Aus der Abteilung für Nuklearmedizin
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. U. Feine
des Medizinischen Strahleninstitutes der Universität Tübingen

Funktion von Einzelnieren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
HANNELORE BACKE, geb. Baumeister
aus Königstein/Ts.

1985

Aus der Abteilung für Nuklearmedizin
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. U. Feine
des Medizinischen Strahleninstitutes der Universität Tübingen

Funktion von Einzelnieren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
HANNELORE BACKE, geb. Baumeister
aus Königstein/Ts.

1985

Dekan: Professor Dr. H. D. Waller
1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. Dr. W. Müller-Schauenburg
2. Berichterstatter: Frau Professor Dr. R. Rössler

Druck: Zeeb-Druck, Tübingen 7 (Hagelloch)

Meinem Doktorvater
Herrn Dr. Dr. W. Müller-Schauenburg
gilt mein ganz besonderer Dank für die Überlassung dieses Themas und für seine wertvolle Hilfe und freundliche Unterstützung bei der Arbeit.

Inhaltsverzeichnis Seite:

1.	Einleitung und Problemstellung	1
1.1.	Problemstellung	1
1.2.	Beurteilung der Funktion von Einzelnieren in der Literatur	2
2.	Material und Methoden	11
2.1.	Untersuchungsmaterial	11
2.1.1.	Patienten	11
2.1.2.	Geräte	13
2.1.3.	Pharmaka	13
2.2.	Methoden	13
2.2.1.	Untersuchungsmethoden und Auswertung	13
2.2.2.	Untersuchungsvorbereitung	15
3.	Ergebnisse	16
3.1.	Vergleich: Einzelnieren zu zwei gesunden Nieren	16
3.2.	Durchschnittswerte der Einzelnieren	18
3.3.	Erkrankung der Restniere	20
3.4.	Gleiche Erkrankung in beiden Nieren	21
3.5.	Vergleich der Funktionssteigerungen	21
3.6.	Vergleichende Darstellungen	24
3.6.1.	Vergleich: Ganzkörperclearance zu Plasmaclearance	24
3.6.2.	Ganzkörperclearance als Funktion vom Alter	25
3.6.3.	Vergleich: Plasmaclearance zu Verteilungsvolumen	26
3.6.4.	Vergleich: Ganzkörperclearance zu Impulsanstieg	27
3.6.5.	Vergleich: Plasmaclearance zu Impulsanstieg	28
3.6.6.	Vergleich: Tmax zu T70%	29
3.6.7.	Vergleich: Tmax zu T50%	30
3.6.8.	Vergleich: T70% zu T50%	31
3.6.9.	Vergleich: Ganzkörperclearance zu Zeit zwischen Nephrektomie und Untersuchungsdatum	32
3.6.10.	Vergleich: Plasmaclearance zu Zeit zwischen Nephrektomie und Untersuchungsdatum	33
3.7.	Krankheitsverläufe	34

4.	Statistische Auswertung der Ergebnisse	48
5.	Diskussion der Ergebnisse	49
5.1.	Vergleich: Einzelnieren zu zwei gesunden Nieren	49
5.2.	Durchschnittswerte der Einzelnieren	50
5.3.	Erkrankung der Restniere	50
5.4.	Gleiche Erkrankung in beiden Nieren	51
5.5.	Vergleich der Funktionssteigerungen	52
5.6.	Diskussion der vergleichenden Darstellungen unter 3.6.1. - 3.6.10.	53
5.6.1.	Ganzkörperclearance zu Plasmaclearance	53
5.6.2.	Ganzkörperclearance als Funktion vom Alter	53
5.6.3.	Plasmaclearance zu Verteilungsvolumen	54
5.6.4.	Ganzkörperclearance zu Impulsanstieg	54
5.6.5.	Plasmaclearance zu Impulsanstieg	54
5.6.6.	Tmax zu T70%	54
5.6.7.	Tmax zu T50%	54
5.6.8.	T70% zu T50%	54
5.6.9.	Ganzkörperclearance zu Zeit zwischen Nephrektomie und Untersuchungsdatum	54
5.6.10.	Plasmaclearance zu Zeit zwischen Nephrektomie und Untersuchungsdatum	54
5.6.11.	Beurteilung der Krankheitsverläufe	55
6.	Zusammenfassung	59
7.	Literaturverzeichnis	61
8.	Anhang	67
8.1.	Datenurwerte der unter 3.7. aufgeführten Patienten	67
8.2.	Schlüssel zu 8.3. (Bedeutung von A, B u. X)	73
8.3.	Datenurwerte aller einnierigen Patienten	74

1. Einleitung und Problemstellung

1.1 Problemstellung

Nach dem Funktionsverlust einer Niere, sei es durch einseitige Erkrankung oder durch eine Operation, kann der Ausfall in wechselndem Maße von einer gesunden zweiten Niere kompensiert werden.
Es ist zu erwarten, daß das Ausmaß dieser Kompensation vom Alter abhängt, sodaß ein früher Ausfall einer Niere besser ausgeglichen werden kann.
Diese Hypothese sollte an 251 Patienten des Tübinger Strahleninstitutes geprüft werden, bei denen während einer Untersuchung in der Zeit zwischen dem 1. Juli 1978 und dem 31. Dezember 1982 nur eine Niere funktionstüchtig war.
Die Beurteilung der Funktion stützt sich auf die 131 J-Hippuran-Clearance, eine katheterlose Untersuchung mit simultaner Bestimmung der gesamten und seitengetrennten Clearance, die den Patienten während der Untersuchung kaum belastet.
Zur Frage der Genauigkeit und der Normwerte der Clearance konnte auf die Dissertation von RUPPIK (54) aufgebaut werden, der aus dem Zeitraum 1979 Normwerte ermittelt hatte.
Weiterhin sollte die Funktion der Restnieren von 7 Tübinger Patienten, bei denen Untersuchungen vor und nach Nephrektomie vorliegen, mit der Arbeit von DUBOVSKY et.al.: "Prediction of Renal Function after Unilateral Nephrectomy in Patients with Various Urological Problems" verglichen werden, die die Funktion der Restniere von der Art und der Länge einer Erkrankung abhängig machen. (14)

1.2 Beurteilung der Funktion von Einzelnieren in der Literatur

Schon im Altertum war durch Fälle kongenitaler Aplasie bekannt, daß Tiere und Menschen mit nur einer Niere überleben und ein normales Leben führen können.
Die chirurgische Entfernung einer Niere wurde zum erstenmal 1861 von Dr. Erastus Bradley Wolcott of Benton, New York, durchgeführt, und 1869 war Dr. Gustav Simon aus Heidelberg ebenfalls erfolgreich. Simon hatte zuvor bei Tierversuchen gesehen, daß sich die Entfernung einer Niere mit einem normalen Leben vereinbaren ließ, wenn die Restniere gesund war. Anlaß für seine Operation war eine ureterovaginale Fistel, die bei einer 46-jährigen Frau nach einer früheren Hysterektomie aufgetreten war. Bekannt ist, daß die Frau nach zwei Jahren lebte und daß es ihr gut ging. (46)
Anschließend mißlang die Nephrektomie so häufig, daß sie einen traurigen Ruhm für besonders hohe Sterblichkeit besaß. Nachdem Paul von Brun 1878 erneut eine Nephrektomie mißlungen war, wurde die Operation bis zur Einführung der aseptischen Chirurgie nicht mehr durchgeführt. Durch die aseptische Chirurgie und durch die Verbesserung in der Anaesthesie und der chirurgischen Technik ist die Mortalität so gesunken, daß sie heute nicht höher als bei anderen großen Operationen liegt. Noch 1902 gibt KUSTER die Sterblichkeit bei 1521 untersuchten Fällen mit 34% für die transperitoneale und mit 12% für die extraperitoneale Entfernung der Niere an.
O'CONOR berichtet 1942 von einer Sterblichkeit zwischen 2 und 6% (46).
Heute wird die Überlebensrate als identisch mit der der Normalbevölkerung angegeben. (2)

Wird einem Patienten gesagt, daß er eine Niere verlieren wird, so wird der Arzt ihm auch mitteilen, daß eine Restniere voll in der Lage ist, den Funktionsausfall der anderen Niere zu übernehmen.

Das Verständnis für die bemerkenswerten adaptiven Veränderungen in Struktur und Funktion der Niere nach dem Verlust von Nierengewebe ist das Resultat umfangreicher experimenteller Studien während der letzten Jahrzehnte.

a) Kompensatorisches Wachstum

Besonders ausführlich wird von vielen Autoren über ein kompensatorisches Wachstum der Restniere nach dem Verlust von Nierenmasse berichtet.
KATZ prüfte die Gewichtszunahme der kontralateralen Niere bei Ratten und Mäusen, die sich schon innerhalb von zwei Tagen zeigte und im Verlauf von 1-2 Wochen einen maximalen Anstieg von 40% über die Kontrollhöhe erreichte. (31)

LALLI fand auf der Grundlage von Röntgenuntersuchungen auch eine ausgeprägte Zunahme der Nierengröße nach Nephrektomie beim Menschen. (39)
Das kompensatorische Nierenwachstum wird durch den Verlust von funktionsfähigem Nierengewebe veranlaßt und erfordert nicht die chirurgische Entfernung.
So fanden Paulsen und Fraley bei Tieren mit einseitiger Obstruktion des Ureters eine Größenzunahme der kontralateralen Niere mit denselben Charakteristika, wie sie auch nach Nephrektomie beobachtet werden. (52)
Nach ischämischen Schäden konnte ein solches Wachstum ebenfalls gezeigt werden. (59)
KAUFMANN und Mitarb. verglichen nach dem Verlust von 50% bzw. 70% von Nierenmasse den Grad des Wachstums im restlichen Nierengewebe über einen Zeitraum von 4 Wochen mit gleichartig gefütterten Kontrolltieren. Bei 50% Verlust, also einseitig nephrektomierten Tieren, stieg das Gewicht des restlichen Nierengewebes um 81%, bei operativer Entnahme von 70% der Anfangsmasse sogar um 168%, verglichen mit einem Anstieg von 31% in der Kontrollgruppe. (29)
THRELFALL und Mitarb. geben in ihrem Bericht an, daß innerhalb von 6 Stunden nach Nephrektomie Änderungen in der DNA-Synthese zur Vorbereitung der Zellteilung demonstriert worden sind, und daß die Zellteilung einen Höhepunkt nach zwei Tagen und einen weiteren einige Tage später zeigte. Ein Ansteigen der RNA-Synthese, als ein Index der Hypertrophie, wird während der ersten 12 Stunden gefunden und hält für Wochen an. Nach ihren Beobachtungen war zwei Wochen nach der Operation der Gesamtgehalt der RNA um 40% gestiegen, der Gesamtgehalt der DNA um ca. 25%, was zeigt, daß der prädominierende Faktor, der das Wachstum beeinflußt, die Hypertrophie ist. (64)
BONVALET et al. zählten die Glomeruli in in Säure aufgeweichtem Nierengewebe und fanden bei nephrektomierten Ratten, daß ihre Zahl von normal 32000 auf 47000 anstieg, wenn die Operation vor einem Alter von

50 Tagen durchgeführt wurde. Bei älteren Tieren fand er diesen Anstieg nicht. (6)
Der Einfluß des Alters auf das Wachstum wurde von verschiedenen Autoren untersucht und es finden sich sehr widersprüchliche Ergebnisse.

Einige Autoren sehen das Alter als limitierenden Faktor für eine Hypertrophie der Restniere an. So fand OGDEN, daß eine umgekehrte Korrelation zwischen dem Alter zur Zeit der Nephrektomie und der Nierenfunktion 3 Jahre später besteht. (47)
FIDA und CERRUTTI beobachteten bei Patienten jünger als 30 Jahre einen signifikanten Anstieg innerhalb eines Monats nach Nephrektomie, während nur ein ganz geringer Anstieg bei Patienten zu finden war, die älter als 50 waren, auch nicht 12 Monate nach Nephrektomie. (17)
HEIDEMANN und ROSENBAUM sagen sogar, daß sich eine Hypertrophie nur bei Patienten findet, die jünger als 30 sind. (26)
MAC KAY u. Mitarb. berichten ebenfalls, daß das kompensatorische Wachstum bei alten Tieren im Vergleich zu jungen abnimmt (41), ebenso fanden GALLA et.al. eine größere Wachstumsrate bei jungen Ratten als bei alten. (20)
Anderer Meinung sind zum Beispiel BONER und Mitarb., die eine signifikante Größenzunahme nach Nephrektomie angeben, unabhängig vom Alter des Patienten (5) und EKELUND und GöTHLIN, die fanden, daß sogar vor der Nephrektomie die gesunde Niere im Vergleich schon vergrößert war, um die beeinträchtigte Funktion der erkrankten Niere zu kompensieren. Sie beobachteten bei 88% ihrer 56 Patienten eine Hypertrophie der Restniere und davon bei 7 der 9 Patienten, die älter als 70 Jahre waren. Sie plädieren dafür, daß die Vorstellung, eine Hypertrophie könne sich nur bei jungeren Patienten finden, aufgegeben wird, und vermuten, daß die unterschiedliche Auffassung von Heidemann und Rosenbaum, Hypertrophie nur bei Patienten < 30 Jahre, durch die geringe Anzahl der untersuchten Patienten, nämlich nur 15, zustande kam. (15)

HAYSLETT und Mitarb. bestimmten die Tubuluslänge, den Lumendurchmesser und das Zellvolumen im proximalen und distalen Konvolut von normalen und teilnephrektomierten Ratten und konnten so zeigen, daß kompensatorisches Wachstum nicht in proportionalen Änderungen in allen Nephronsegmenten stattfindet. Sie berichten von einer Zunahme von ca. 15% des lichten und des Außendurchmessers beim proximalen Tubulus und einer Längenzunahme von 35%, der distale Tubulusdurchmesser stieg hingegen nur um 10% und die Länge nahm um 17% zu. Sowohl das luminale als auch das Zellvolumen verdoppelten sich etwa im proximalen Konvolut, zeigten aber im distalen Konvolut nur einen Anstieg von 50% für das luminale Volumen und von 25% für das Zellvolumen. (24)

Das Vorherrschen des kompensatorischen Wachstums im proximalen Konvolut wurde ebenfalls von OLIVER bei dreiviertel-nephrektomierten Ratten bestätigt. (48)
Um das Phänomen des kompensatorischen Nierenwachstums zu erklären, werden zwei Hypothesen vertreten.
Die erstere schreibt die kompensatorischen Wachstumsveränderungen der Mehrarbeit zu, die die kleinere Nierenmasse zu leisten hat. Mehrere Studien haben aber dargelegt, daß dieser Mechanismus nicht zutrifft. (31, 65)
Nach der zweiten Hypothese ist kompensatorisches Wachstum auf eine organspezifische humorale Substanz zurückzuführen, die die Nierenmasse kontrollieren kann. Die Rolle eines humoralen Mediators ist durch den Beweis gestutzt, daß sich ein Nierenwachstum sowohl in einer heterotopen Niere, die in einen nierenlosen Empfänger transplantiert wurde, findet, als auch bei normalen Tieren, die durch Parabiose mit einem nierenlosen Partner verbunden sind. (38, 45, 60)

b) Kompensatorische Veränderungen des Renalen Blutflusses (RBF), der Glomerulären Filtrationsrate (GFR) und des Effektiven Renalen Plasmaflusses (ERPF)

Nach der Entfernung einer Niere steigen in den verbliebenen Nephronen der RBF, die GFR und der ERPF signifikant an.
Von einem maximalen Anstieg der GFR in der Restniere der Ratte 2-4 Wochen nach der Operation wird von KATZ u. EPSTEIN berichtet. (32)
ABeim Hund befindet sich der größte Anstieg bereits 24 Stunden nach Operation. (53)
Auch beim Menschen wird gewöhnlich ein Anstieg von schätzungsweise 30-70% der GFR über Kontrollwerte für eine Niere festgestellt. Die Restniere filtert also 65-86% des Betrages, der früher durch beide Nieren gefiltert wurde. (13, 32, 49)
In Untersuchungen wurde festgestellt, daß der renale Blutfluß ebenfalls bei Erkrankungen des Nierenparenchyms in den noch funktionstuchtigen Teilen der Niere signifikant steigt. Clearance-Untersuchungen bei Ratten mit Immunkomplex-Nephritis und Antibasalmembran-Glomerulonephritis zeigten normale Werte für den Blutfluß pro Gramm Nierengewebe. Da bei diesen Erkrankungen schwere histologische Schäden der Niere vorliegen, muß der Blutfluß in den relativ unversehrt gebliebenen Anteilen der Niere stark angestiegen sein. (1)
Bei Hunden stiegen GFR und ERPF in der Restniere um mehr als das

Doppelte innerhalb eines Tages (53) und blieben um 50% größer als normal für mehrere Wochen. (9, 34)
DUBOVSKY et. al. bestimmten den ERPF bei Patienten mit verschiedenen urologischen Erkrankungen, einschließlich Patienten mit Nierentransplantationen und deren Spender vor und nach Nephrektomie.
In der Spendergruppe stieg der ERPF im Durchschnitt bei Männern um 42% (von 316 ml/min auf 449 ml/min) und bei Frauen um durchschnittlich 36% (von 272,5 ml/min auf 369 ml/min). Dieser Anstieg wurde schon nach 5 Tagen beobachtet und blieb während der folgenden Jahre unverändert. Sie wollten durch diese Untersuchung feststellen, ob der Grad der Funktionsänderung der Einzelniere nach Nephrektomie vorhersehbar sei. (14)

Den Ergebnissen nach ließen sich die Patienten in 4 Gruppen einteilen:

ERPF Restniere:	ERPF prä-operativ	Patienten mit:
↑	normal mit symmetrischer Funktion <10% Unterschied oder leicht asymmetrischer Funktion <20% Unterschied	einseitiger Schädigung d. N. durch raumfordernde Prozesse 2 Patienten mit arterio-venösen Mißbildungen
unverändert normal	normal oder leicht vermindert ausgeprägter Unterschied der seitengetrennten Funktion charakteristisch kranke Niere <15%	lange bestehender Erkrankung einer Niere (z.B. Reflux, PN)
unverändert niedrig	niedrige Gesamtwerte mit symmetrischer oder leicht unsymmetrischer seitengetrennter Funktion	chron. doppelseitigen Erkrankungen (zweiseitige PN zweiseitige Nephrolithiasis mit obstruktiver Uropathie, angeborene Anomalien, vaskuläre Erkrankungen)
↓ oft nur vorübergehend		renovaskulären Erkrankungen oder lange bestehender PN mit Hypertonus

Zusammenfassend sagen sie, daß die Funktion der Restniere durch die Art und Länge der Erkrankung, ob der krankhafte Prozeß ein- oder beidseitig abläuft und ob eine Änderung des Blutdruckes erwartet wird, bestimmt wird.

1.) ERPF ↑ kann vorausgesagt werden für eine Niere mit normalem ERPF, die ihre Funktion noch nicht kompensatorisch gesteigert hatte, weil der pathologische Prozeß einen solchen Anstieg noch nicht erforderlich gemacht hatte.

2.) ERPF = wird für eine normale Niere vorausgesagt, die ihre Funktion schon maximal gesteigert hat, um eine schwerwiegende kontralaterale Beeinträchtigung zu kompensieren.
für eine Niere mit erniedrigtem ERPF, verursacht durch einen bilateralen pathologischen Prozeß. Die Niere kann nicht kompensieren, da sie selbst erkrankt ist.

3.) ERPF ↓ wird erwartet für eine Niere mit normalem oder erniedrigtem ERPF, wo ein Blutdruckabfall nach der Operation erwartet wird.

Durch die Nuklearmedizin wird die Kompensation der Durchblutung und Filtration erfaßt. Dies sind jedoch nur Teilaspekte der Nierenfunktion.
Um weitere Details der kompensatorischen Nierenfunktionsleistung aufzuzeigen, seien hier wesentliche Merkmale der Anpassung im Natrium- und Kaliumtransport nach einer Verminderung der Nephronzahl aufgeführt, über die besonders ausführlich in der Literatur berichtet wird.

c) Natrium- und Kaliumtransport

PABICO u. Mitarb. bzw. HAYSLETT u. Mitarb. haben nach Nephrektomie beim Menschen bzw. in Tierversuchen beobachtet, daß durch eine Verdoppelung der fraktionellen Natriumausscheidung das Na^+-Gleichgewicht aufrechterhalten wird. (49, 24)
Auch SCHON et.al. berichten von einer Erhaltung des Natrium-Gleichgewichtes nach chirurgischer Entfernung von 80% der normalen Nephronpopulation bei der Ratte durch einen Anstieg der fraktionellen Natriumausscheidung, der umgekehrt proportional zu einem Abfall der GFR der Gesamtnieren war. Da die fraktionelle Resorptionsrate im proximalen Tubulus in der Kontrollgruppe und bei den Tieren mit Restnieren die gleichen waren, schien es wahrscheinlich, daß Änderungen der Na^+-Ausscheidung durch das distale Nephron gesteuert wurden. (57)

APERIA u. Mitarb. untersuchten die Natriumausscheidung der Restniere bei Kindern mit Nierenagenesie und bei Patienten mit einer Neprektomie in der Kindheit und verglichen sie mit einer Kontrollgruppe von gesunden Erwachsenen.
Der Anteil an filtriertem Natrium, der mit dem Urin ausgeschieden wurde, war durchweg höher bei den Patienten mit einer Niere als bei der Kontrollgruppe, und am höchsten bei der Gruppe mit einer Nephrektomie. Somit war die tubuläre Ruckresorption von Na^+ nicht proportional zur GFR gesteigert, die bei den Kindern mit einer Nierenagenesie und den Patienten mit einer Nephrektomie in der Kindheit signifikant erhöht war.
Aperia et. al. sagen, daß die relativ hohe Na^+-Ausscheidung der kompensatorisch hypertrophierten Niere eine Adaptation ist, die den Patienten vor einer Natrium-Retention schützt.
Die hypertrophierte Niere kann den gleichen Betrag an Na^+ pro Einheit der Körperoberfläche ausscheiden, wie zwei normale Nieren zusammen. (3)
BRICKER u. Mitarb. stellten fest, daß die Seren von chronisch urämischen Patienten einen Faktor enthalten, der den Na^+-Transport durch die Froschhaut und die Krötenblase hemmt und bei der Ratte unter experimentellen Bedingungen natriuretisch wirkt. (7)
Dieses Material hemmt auch den Na^+-Transport im Sammelröhrensystem des Kaninchens. (18)
Chemisch hat dieser natriuretische Faktor ein Molekulargewicht von weniger als 1000, wird durch Peptidase inaktiviert, scheint sauer zu sein, nichtflüchtig und fettlöslich. (7)
Als wichtige Regulatoren der Natriumausscheidung werden außerdem intrarenale physikalische Kräfte, Änderungen im postglomerulären onkotischen Druck und dem peritubulären hydrostatischen Kapillardruck angesehen. (22, 40)

Um eine normale Rate der absoluten Kaliumausscheidung bei Patienten mit fortschreitender Abnahme der GFR zu gewährleisten, muß im restlichen Nierengewebe die Kaliumausscheidung durch das einzelne Nephron proportional ansteigen. (36)
MALNIC u. Mitarb. wiesen bei gesunden Tieren und BANK u. Mitarb. bei Ratten mit einer Restniere nach, daß 90% des filtrierten Kaliums im proximalen Tubulus und in der Henleschen Schleife reabsorbiert wurden, und daß das Kalium im Endurin eindeutig durch eine Sekretion der Zellen im distalen Tubulus herrührte. (42, 4)
SCHULTZE et.al. untersuchten Hunde mit einer Restniere und stellten

fest, daß die K^+-Ausscheidung nach Entfernung der kontralateralen Niere innerhalb von 24h um das 4-fache und um das 6-fache innerhalb von 7 Tagen gestiegen war. (58)
Vermutungen, der adaptive Anstieg der K^+-Ausscheidung würde durch eine Änderung der Aldosteronproduktion moduliert, bestätigten sich nicht. (57)
SILVA, sowie SCHON u. Mitarb. konnten nachweisen , daß der adaptive Anstieg der K^+-Ausscheidung durch Zellen, die das distale Nephron auskleiden, mit einem Anstieg der N^+-K^+-ATPase verbunden war, einem Enzym das in der Zellmembran lokalisiert ist.
Wenn die K^+-Ausscheidungsrate bei Versuchstieren auf den Wert der Kontrollgruppe reduziert wurde, fand auch keine Anpassung der Niere statt und die Na-K-ATPase war nicht höher als bei der Kontrollgruppe. Die renale Kaliumanpassung war daher offenbar mit der K^+-Ausscheidungsrate pro Nephron verbunden. (57, 61)

HAYSLETT berichtet zusammenfassend in einer Arbeit uber die Möglichkeit der kompensatorischen Funktionssteigerung der Niere nach Verlust von Nierengewebe: "Functional Adaptation to Reduction in Renal Mass", daß bei einer Verminderung der Nephronpopulation, bei unveränderter Nahrungsaufnahme und/oder unveränderter endogener Produktion von Wasser und harnpflichtigen Substanzen, ein proportionaler Anstieg in der Ausscheidung von Wasser und gelösten Substanzen durch das einzelne Restnephron besteht.
Diese adaptive Anderung bringt eine Reduktion der fraktionellen Reabsorption von Substanzen aus dem anfänglichen glomerulären Ultrafiltrat mit sich und einen Anstieg der Ausscheidungsrate gelöster Substanzen, die durch tubuläre epitheliale Zellen aus dem peritubulären Blut extrahiert wurden, um eine Balance während der frühen Phase der Niereninsuffizienz zu bewahren. Diese kompensatorischen Anderungen sind ausreichend, um die Elektrolyt- und Wasserhomöostase aufrechtzuerhalten, bis ein schweres Nierenversagen (GFR <20% des Normalwertes) folgt.
Bei einer geringen Verminderung der Nephronzahl sind die Faktoren, die den Ionentransport modulieren, qualitativ nicht verschieden von denen, die beim gesunden Individuum die Nierenfunktion regulieren, wenn die Menge an gelösten Substanzen durch Nahrungsaufnahme oder endogene Produktion verändert ist.
Bei schwerer Niereninsuffizienz scheint es jedoch wahrscheinlich, daß verschiedene Faktoren eine wichtige Rolle bei der Wasser- und Elektrolytausscheidung spielen, die bei einem Individuum mit intakter Nierenfunktion nicht vorhanden sind. (23)

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsmaterial

2.1.1 Patienten

Ausgewertet wurden die Daten von Patienten mit nur einer funktionstüchtigen Niere, die sich in der Zeit vom 1.7.1978 bis 31.12.1982 in der Nuklearmedizinischen Abteilung des Strahleninstituts der Universität Tübingen einer Nierenfunktionsprüfung unterzogen.
Erfaßt wurden 251 Patienten, die nach einer Nephrektomie oder durch kongenitale Aplasie mit nur einer Niere lebten, und solche, bei denen eine von zwei Nieren ihre Funktion eingestellt hatte.

129 der 251 Patienten waren Männer, 122 Frauen.
Der jüngste Patient war 2 3/4 Jahre alt, der älteste 84.
Das Durchschnittsalter betrug bei allen Patienten 51,4 Jahre, bei den Männern 49,6 und bei den Frauen 53,4.

Bei 110 der 251 Patienten war früher eine Nephrektomie durchgeführt worden, 36 lebten seit Geburt mit nur einer Niere und bei 105 Patienten war eine von zwei Nieren funktionslos.

Eine genaue Aufgliederung der Ursachen für die Nephrektomie bzw. den Funktionsausfall der einen Niere sind aus Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle: 1

	Restniere gesund	Restniere gesund + zusätzl. Erkrankg.	Restniere krank	Restniere krank + zusätzl. Erkrankg.	Σ
Nephrektomie einer Niere wegen:					
Schrumpfniere	2	--	--	3	5
Nephrolithiasis	8	3	3	--	14
Hydronephrose	4	--	2	4	10
Pyelonephritis	1	2	2	1	6
Tbc	6	1	2	1	10
Arterienstenose	--	1	--	--	1
Trauma	1	--	2	--	3
Reflux	2	--	--	--	2
Hypoplasie	--	--	1	--	1
Cyste	--	--	--	--	--
Hypernephrom	15	8	5	2	30
sonst. Tumor	2	3	--	--	5
keine Angabe	7	6	7	3	23
					110
Eine von zwei Nieren funktionslos wegen:					
Schrumpfniere	5	2	1	--	8
Nephrolithiasis	2	1	2	--	5
Hydronephrose	7	1	1	1	10
Pyelonephritis	2	--	--	1	4
Tbc	2	2	--	1	5
Arterienstenose	--	2	--	1	3
Trauma	--	1	--	--	1
Reflux	--	--	--	--	--
Hypoplasie	1	--	1	1	3
Cyste	2	--	--	--	2
Hypernephrom	5	2	1	1	9
sonst. Tumor	--	--	--	--	--
keine Angabe	17	15	11	12	55
					105
Aplasie	27	4	2	3	36
					251

2.1.2 Gerate

Aufnahmegerate: Teilabgeschirmter Ganzkörperzähler (Nukleopan M., Fa. Siemens)
Gammakamera nach Anger (Picker Dyna 2c) mit einem Gesichtsfeld von 12 Zoll

Rechner: PDP 11/20 (Fa. Digital Equipment Corporation)

Software: Programm (FOCAL) der seitengetrennten Clearancedarstellung mit Toleranzgrenzenangaben
(Müller-Schauenburg, 1978) (43)
Verfahren (FORTRAN) zur seitengetrennten Nieren-Clearance-Berechnung
(Bruggemann, 1980) (8)

2.1.3 Pharmaka

131-J-Hippuran (Fa. Behring-Werke AG)

Die Ausscheidung erfolgt ähnlich der der Paraaminohippursäure (PAH). Etwa 80% der ortho-Jod-Hippursäure (OIH) werden durch tubuläre Sekretion und ca. 20% durch glomeruläre Filtration ausgeschieden. Im Gegensatz zu PAH (39%) sind ca. 70-80% der OIH an Plasmaproteine gebunden, ca. 20% dringen reversibel in Erythrocyten ein. (21)
Bei einer Passage werden ca. 92% der OIH aus dem Blut von der Niere extrahiert. Die Clearance für OIH ist 0,83 der PAH-Clearance. (16)
Nach einmaliger Injektion (single shot) wird OIH nach ca. 10 Minuten zu mehr als 50% wieder von den Nieren ausgeschieden. (35)
HWZ: 8 Tage

2.2. Methoden

2.2.1. Untersuchungsmethoden und Auswertung:

Die Nierenfunktionsprufungen der 251 Tubinger Patienten mit nur einer funktionstuchtigen Niere erfolgten entweder am teilabgeschirmten Ganzkorperzahler (Nukleopan M) oder an der Gammakamera nach Anger (Picker Dyna 2c)

Bei der Nierenclearancebestimmung am teilabgeschirmten Ganzkörperzähler, die auf der Messung des zeitlichen Verlaufs der von den Nieren noch nicht ausgeschiedenen Aktivität und der Aktivitätskonzentration im Plasma beruht, liegt der Patient in Rückenlage auf einem Tisch.
Nach i.v. Injektion des Radiopharmakons 131 J-Hippuran registrieren zwei Sonden uber ihm den exkretionsbedingten Aktivitätsabfall uber dem Gesamtkörper unter Aussparung der durch eine Bleiplatte abgedeckten Nieren- und Blasenregion.
Die Geschwindigkeit des Radioaktivitätsabfalls, die der Steigung der Retentionskurve entspricht, ist der globalen Nierenclearance proportional. In Verbindung mit der Aktivitätskonzentration im Plasma (Blutentnahmen 7 und 17 Minuten p.i.) bestimmt der Rechner die Gesamtclearance.
Simultan zur Messung der Ganzkörper-Retentionskurve registrieren zwei unter dem Tisch befindliche Nierensonden ein Isotopennephrogramm (ING) und ermöglichen so die Bestimmung der seitengetrennten renalen Clearance.
Der Anstieg der ING-Kurve innerhalb der ersten zwei Minuten nach Injektion des Radiopharmakons ist ein Maß fur die proximal-tubuläre Einzelnierenleistung.
Durch Projektion der Ganzkörper-Retentionskurve auf das ING jeder Niere zwischen 45 (t_1) und 120 (t_2) Sekunden ist der Leistungsanteil der Einzelniere an der Gesamtnierenfunktion bestimmbar. (27)

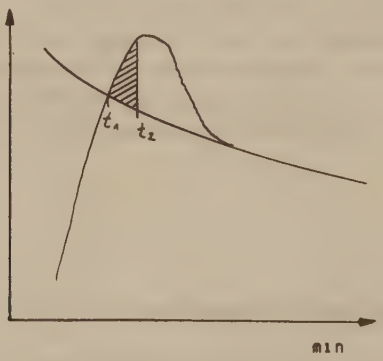


Abb. 1: Seitengetrennte Nierenclearancebestimmung
Projektion der Ganzkörperretentionskurve auf die ING-Kurve
(nach PABST, HöR, KRIEGEL, 51)

Durch diese von Oberhausen entwickelte katheterlose Untersuchungsmethode ist die gleichzeitige Bestimmung der globalen und seitengetrennten Nierenclearance unter Verwendung geringer Traceraktivität und dadurch minimaler Strahlenbelastung möglich. (44)

Wird die Gammakamera nach Anger mit nachgeschalteter elektronischer Datenverarbeitung eingesetzt, so befindet sie sich direkt unter der Nierenregion des Patienten, der ebenfalls in Rückenlage auf einem Tisch liegt.
Nach i.v. Injektion von 131 J-Hippuran werden bei einer Untersuchungsdauer von 20 Minuten der für die Funktionsbeurteilung der Niere wesentliche Zeitraum der Radioaktivitätsverteilung mit Hilfe einer Serie von Szintiphotos (40 Bilder à 30 Sekunden) dokumentiert und im Rechner gespeichert.
Nach Abschluß der Untersuchung wird die Gammakamerainformation vom Speicher zurückgerufen, am Oszilloskop werden distinkte Teilbereiche (ROI = regions of interest) elektronisch ausgewählt und integrale Zeit-Aktivitätskurven dieser Bereiche aufgezeichnet.
Die Aussagekraft des Isotopennephrogramms wird durch die Kamerafunktionsszintigraphie wesentlich erweitert, da sie sowohl die Funktionsuntersuchung des Gesamtorgans erlaubt, als auch eine Ableitung von Funktionskurven aus Teilbereichen der Niere für regionale Funktionsanalysen.
Bei kombinierter Anwendung von Kamerafunktionsszintigraphie und Clearancebestimmung wird eine quantitative Funktionsdiagnostik erreicht und somit erhält man in einem Untersuchungsgang Informationen über Perfusion, Organmorphologie, seitengetrennte und regionale Parenchymfunktion, Exkretions- und Refluxverhältnisse.

Parallel zur Auswertung der Ganzkörperclearance wird als Kontrollwert die Plasmaclearance allein aus der Konzentration des Radiopharmakons im Plasma 7 und 17 Minuten nach Injektion berechnet.

2.2.2. Untersuchungsvorbereitung

Vorbedingung für eine genaue Clearance-Bestimmung ist eine ausreichende Diurese, die durch Verabreichung von 10 ml Flüssigkeit pro kg Körpergewicht 30 Minuten vor Untersuchungsbeginn erreicht wird.
Um die Schilddrüse für freies 131-Jod zu blockieren, erhält der Patient Irenat®-Tropfen (Na-perchlorat).
Nach i.v. Injektion von 4 ml mit 200 uCi 131-J-Hippuran beginnt die Messung.

3. Ergebnisse

In der Zeit vom 1.7.1978 bis 31.12.1982 unterzogen sich 251 Patienten mit nur einer funktionstuchtigen Niere einer Nierenfunktionsprüfung in der Nuklearmedizinischen Abteilung des Strahleninstitutes der Universität Tübingen.

Es wurden folgende Daten ausgewertet:

verwendete Abkürzungen:	Dimensionen:	
Gk-Cl	ml/min	Ganzkörper-Clearance
Pl-Cl	ml/min	Plasma-Clearance
Vert.Vol.	ml	
tmax	min	Zeit bis Erreichen des Impulsmaximums
Imp.A	Imp/min^2	Steigung der Impulsrate; normiert auf 70kg Körpergewicht
T70%	min	Zeit bis Erreichen von 0,7 Impulsmax.
T50%	min	Zeit bis Erreichen von 0,5 Impulsmax.
Abfl15	%	prozentuales Verhältnis von abgeflossener zu eingeflossener Menge durch die Niere bei t = 15 min.

Die Datenurwerte der in der Arbeit berücksichtigten Patienten mit Einzelnieren sind unter B.3 zusammengefaßt.

3.1 Vergleich: Einzelnieren zu zwei gesunden Nieren

In Tabelle 2 sind 13 Parameter von gesunden Nieren (G. Ruppik 54) und entsprechende Werte für Einzelnieren aufgeführt.
Jeweils berechnet wurden der Mittelwert $\bar{x}$, die Standardabweichung s und der Variationskoeffizient v.
Ein Vergleich der Mittelwerte $\bar{x}$ der beiden Gruppen wird mit Hilfe des t-Tests durchgefuhrt.
Der entsprechende Freiheitsgrad FG, sowie der errechnete t-Wert sind in Tabelle 2 aufgenommen worden.

Tabelle 2:

		Zwei gesunde Nieren			Einzelnieren					
		$\bar{x}$ *)	s	v	$\bar{x}$	s	v	n	FG	t
Gk-Cl		430	120	28,0	254	127	50,0	221	277	9,82
Pl-Cl		620	123	19,8	414	149	35,9	242	298	10,90
Vert.Vol		8030	1429	17,8	7800	2202	28,2	235	291	0,95
tmax	li.	3,4	0,7	20,5	5,8	4,5	77,5	126	182	5,85
"	re.	3,4	0,8	24,0	5,3	3,0	56,7	122	178	6,55
Imp.A	li.	2150	499	23,2	2060	975	47,3	126	182	1,02
"	re.	2620	612	23,4	2527	1132	44,8	122	178	0,88
T70%	li.	6,2	0,9	13,8	8,9	3,3	36,0	88	144	1,46
"	re.	6,4	1,0	15,2	9,8	3,8	39,3	93	149	1,71
T50%	li.	8,5	1,4	16,5	12,1	3,7	30,6	72	128	1,83
"	re.	8,6	1,5	16,8	12,3	3,8	30,8	68	124	1,85
Abfl15	li.	89	3,6	4,0	65	28,7	44,0	114	170	8,42
"	re.	88	3,8	4,3	65	27,1	42,0	106	162	8,58

*) von G.Ruppik ermittelte $\bar{x}$-Werte von n=58 Tübinger nierengesunden Patienten (54)

3.2. Durchschnittswerte der Einzelnieren

Anschließend wurden die 251 Patienten nach folgenden Kriterien unterteilt: (siehe auch 2.1, Tab.1)

1.) alle Patienten mit Einzelnieren
2.) Patienten mit Nephrektomie
3.) Patienten mit 2 Nieren, eine davon jedoch funktionslos
4.) Patienten mit kongenitaler Aplasie

Berücksichtigt wurde außerdem, ob bei diesen Patienten eine Erkrankung der Restniere vorlag und/oder ob sie unter einer zusätzlichen Krankheit litten.
Aufgeführt wurden jeweils die Mittelwerte $\bar{x}$ der 8 oben angeführten Parameter und den $\bar{x}$-Werten von Patienten mit zwei gesunden Nieren gegenübergestellt.
(siehe Tabelle 3)

Tabelle: 3

	Gk-Cl	Pl-Cl	Vert.Vol.	tmax	Imp.A	T70%	T50%	Abfl
2 gesunde Nieren	430	620	8030	3,4	2385	6,3	8,6	89
Einzelnieren (ges.)	254	414	7800	5,6	2294	9,4	12,2	65
" B0 X0	278	442	8166	4,4	2373	8,5	11,8	75
" B0 X3	242	378	7873	5,4	2122	10,1	14,0	63
" B2 X0	206	373	6942	7,1	1945	10,5	13,1	51
" B2 X3	136	285	7098	7,6	1452	12,1	14,6	44
Nephrektomie (ges.)	252	405	7620	4,8	2220	9,4	12,5	69
" B0 X0	287	439	7936	4,0	2399	8,4	11,9	78
" B0 X3	276	407	7746	5,6	2285	9,1	13,4	69
" B2 X0	245	408	7323	4,6	2088	10,2	11,3	65
" B2 X3	136	288	6959	6,7	1720	12,6	16,4	47
Eine von 2 Nieren funktionslos (ges.)	211	374	7776	6,5	1969	10,0	13,1	55
" B0 X0	266	446	8438	4,8	2346	8,7	11,6	72
" B0 X3	216	351	7985	9,1	1976	10,8	14,8	57
" B2 X0	151	328	6442	---	1744	11,2	16,8	33
" B2 X3	136	282	7204	8,2	1243	11,4	13,0	41
kongenitale Aplasie	379	554	8396	4,8	3403	7,8	10,1	80
" B0 X0	411	609	8499	4,2	3519	7,3	10,1	84
" B0 X3	359	523	8544	5,2	3484	8,0	8,7	79
" B2 X0	---	429	8574	---	2628	---	---	--
" B2 X3	294	376	6272	5,5	2760	10,5	8,0	78

B0 X0 = Restniere gesund, keine zusätzliche Erkrankung
B0 X3 = " " , plus " "
B2 X0 = " krank , keine " "
B2 X3 = " " , plus " "

3.3 Erkrankung der Restniere.

Um die Funktion der unterschiedlich erkrankten Restnieren miteinander vergleichen zu können, wurden wiederum die Mittelwerte $\bar{x}$ einander gegenubergestellt.
Zusätzlich sind in dieser Tabelle Patienten aufgeführt, die durch einen abdominalen Tumor eine funktionslose Niere haben.

Anzahl der Patienten mit folgender Erkrankung der Restniere:

3	Hypernephrom
2	Schrumpfniere
16	Nephrolithiasis
21	Hydronephrose
12	Pyelonephritis
2	Tuberkulose
5	Arterienstenose
1	Trauma
3	Reflux
1	Phenacetinniere
1	Hypoplasie

Tabelle: 4

	Gk-Cl	Pl-Cl	Vert.Vol	tmax	Imp.A	T70%	T50%	Abfl
Hypernephrom	207	370	7852	3,7	1588	10,0	--,-	64
Schrumpfniere	90	199	4802	3,3	1729	11,0	12,0	58
Nephrolithiasis	247	396	7012	6,5	2044	11,8	14,6	64
Hydronephrose	124	316	7680	9,9	1744	11,1	15,6	32
Pyelonephritis	193	350	6615	5,4	1691	9,1	12,8	63
Tuberkulose	234	390	6249	4,8	2288	6,0	8,0	64
Arterienstenose	172	359	6345	6,7	2095	12,2	13,0	49
Reflux	240	418	8211	5,7	1934	9,0	19,0	60
Pat.m. abdom. Tumor	186	334	7794	7,7	1901	10,2	12,8	44

3.4 Gleiche Erkrankung in beiden Nieren

Um Vergleiche mit Angaben in der Literatur ziehen zu können, wurde geprüft, welcher der Patienten in der Restniere die gleiche Erkrankung hatte, die auch die Nephrektomie oder den Funktionsausfall der kontralateralen Niere verursacht hatte.

Tabelle: 5

Anzahl der Patienten mit:

Funktionsausfall durch:		gleicher Erkrankung in der Restniere:		
39	Hypernephrom	3 Hypernephrom	=	8 %
17	Nephrolithiasis	7 Nephrolithiasis	=	41 %
20	Hydronephrose	4 Hydronephrose	=	20 %
10	Pyelonephritis	6 Pyelonephritis	=	60 %
15	Tuberkulose	2 Tuberkulose	=	13 %

3.5 Vergleich der Funktionssteigerungen

Zur Beurteilung der kompensatorischen Funktionssteigerung der Einzelnieren wurden die Mittelwerte $\bar{x}$ für die Gk-Cl und die Pl-Cl der Einzelnieren mit den entsprechenden Werten für zwei gesunde Nieren verglichen,
und der Grad der Funktionssteigerung in % angegeben, sowie der Anteil der Einzelnieren an der Gesamtfunktion zweier gesunder Nieren berechnet.

Tabelle: 6	Gk-Cl	% *1	Anteil *2	Pl-Cl	% *1	Anteil*2
2 gesunde Nieren	430	0	----	620	0	----
Einzelnieren (ges.)	254	18	0,59	414	34	0,67
" B0 X0	278	29	0,65	442	43	0,71
" B0 X3	242	13	0,56	378	22	0,61
" B2 X0	206	-4	0,48	373	20	0,60
" B2 X3	136	-37	0,32	285	-8	0,46
Nephrektomie,(ges.)	252	17	0,59	405	31	0,65
" B0 X0	287	33	0,67	439	42	0,71
" B0 X3	276	28	0,64	407	31	0,66
" B2 X0	245	14	0,57	408	32	0,66
" B2 X3	136	-37	0,32	288	-7	0,46
Eine von 2 Nieren funktionslos (ges.)	211	-2	0,49	374	21	0,60
" B0 X0	266	24	0,62	446	44	0,72
" B0 X3	216	0	0,50	351	13	0,57
" B2 X0	151	-30	0,35	328	6	0,53
" B2 X3	136	-37	0,32	282	-9	0,45
kongenitale Aplasie	379	76	0,88	554	79	0,89
" B0 X0	411	91	0,96	609	96	0,98
" B0 X3	359	67	0,83	523	69	0,84
" B2 X0	---	--	----	429	38	0,69
" B2 X3	294	37	0,68	376	21	0,61
in der Restniere:						
Hypernephrom	207	-4	0,48	370	19	0,60
Schrumpfniere	90	-58	0,21	199	-36	0,32
Nephrolithiasis	247	15	0,57	396	28	0,64
Hydronephrose	124	-42	0,29	316	2	0,51
Pyelonephritis	193	-10	0,45	350	13	0,56
Tuberkulose	234	9	0,54	390	26	0,63
Arterienstenose	172	-20	0,40	359	16	0,58
Reflux	240	12	0,56	418	35	0,67

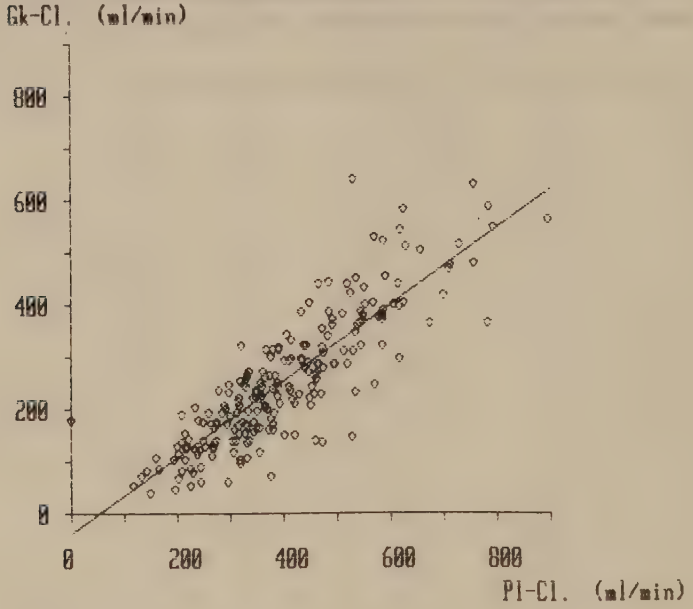
*1: Funktionssteigerung einer Einzelniere, bezogen auf die Hälfte der Gesamtfunktion zweier gesunder Nieren (Gk-Cl=215ml/min; Pl-Cl=310ml/min = 100%)

*2: Funktionsgrad einer Einzelniere, bezogen auf die Gesamtfunktion zweier gesunder Nieren (Gk-Cl=430ml/min; Pl-Cl=620ml/min = 1,00)

B0 X0 = Restniere gesund, keine zusätzliche Erkrankung
B0 X3 = " " , plus " "
B2 X0 = " " , keine " "
B2 X3 = " " , plus " "

3.6. Vergleichende Darstellungen

3.6.1 Vergleich: Ganzkörperclearance zu Plasmaclearance

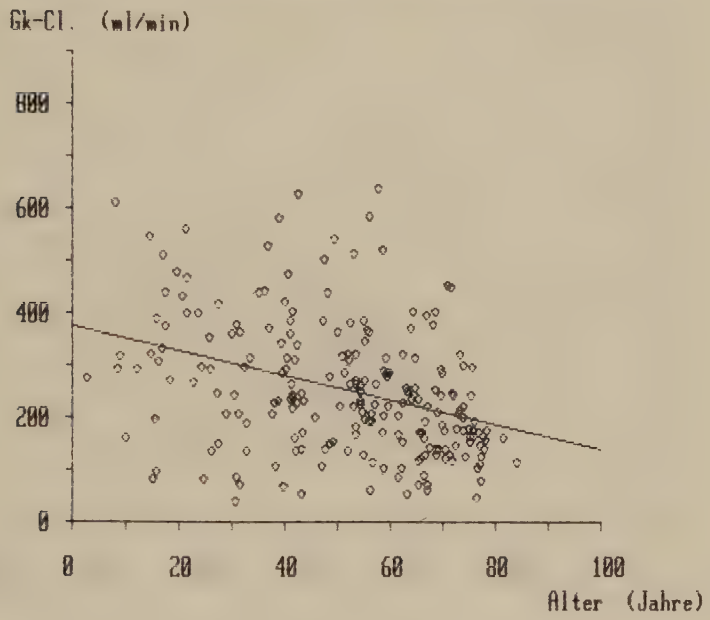


Anzahl der Patienten	n =	212
Mittelwert	$\bar{x}$ =	253.94
Standardabweichung	s =	126.088
Variationkoeffizient	v =	49.652
Korrelationskoeffizient	r =	.8532

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

Y = .732 X + -39.75

3.6.2. Ganzkörperclearance als Funktion vom Alter

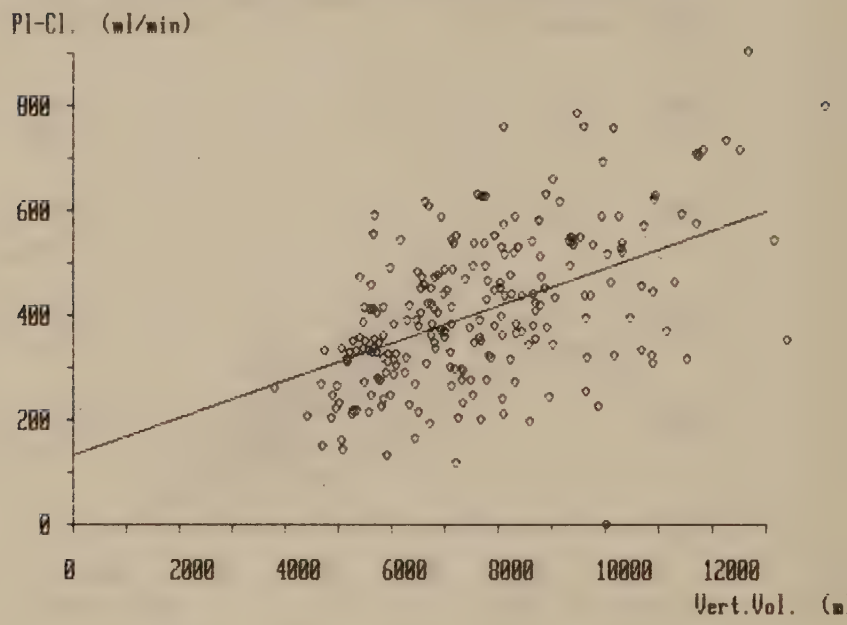


Anzahl der Patienten	n = 221
Mittelwert	$\bar{x}$ = 254.49
Standardabweichung	s = 126.869
Variationkoeffizient	v = 49.852
Korrelationskoeffizient	r = -.3527

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = -2.355 \; X + 375.05$$

3.6.3. Vergleich: Plasmaclearance zu Verteilungsvolumen

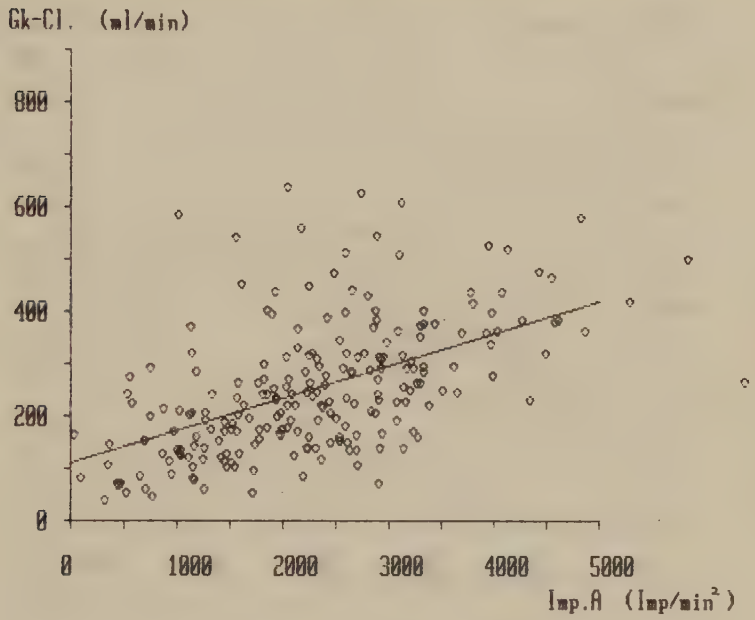


Anzahl der Patienten	n =	234
Mittelwert	$\bar{x}$ =	410.24
Standardabweichung	s =	147.221
Variationkoeffizient	v =	35.886
Korrelationskoeffizient	r =	.5305

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .035\ X + 133.67$$

3.6.4. Vergleich: Ganzkörperclearance zu Impulsanstieg

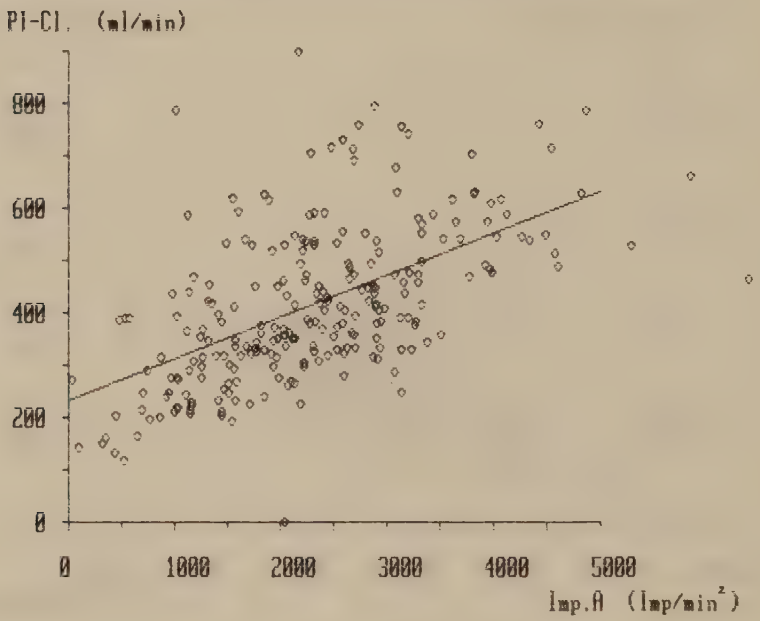


Anzahl der Patienten	n =	221
Mittelwert	$\bar{x}$ =	254.49
Standardabweichung	s =	126.869
Variationkoeffizient	v =	49.852
Korrelationskoeffizient	r =	.5389

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .062\ X + 111.86$$

3.6.5. Vergleich: Plasmaclearance zu Impulsanstieg

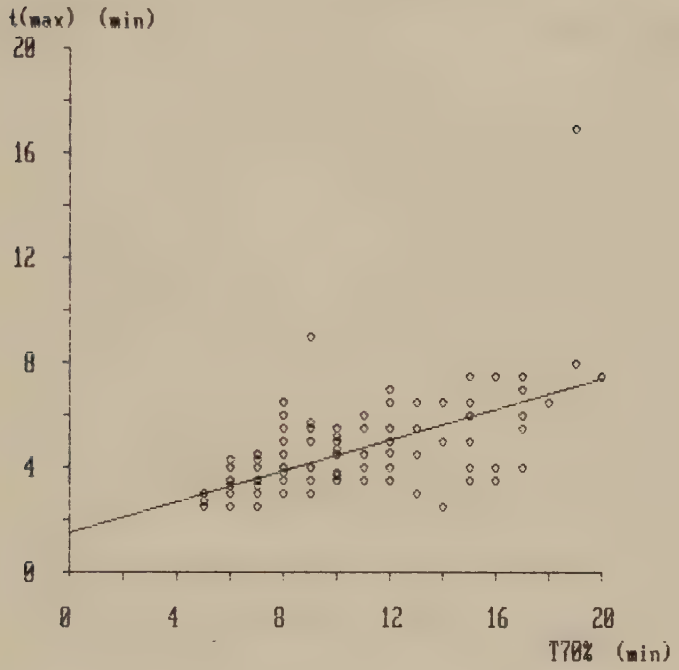


Anzahl der Patienten	n =	239
Mittelwert	$\bar{x}$ =	414.07
Standardabweichung	s =	149.337
Variationkoeffizient	v =	36.066
Korrelationskoeffizient	r =	.569

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .079 \; X + 230.54$$

3.6.6. Vergleich: Tmax zu T70%

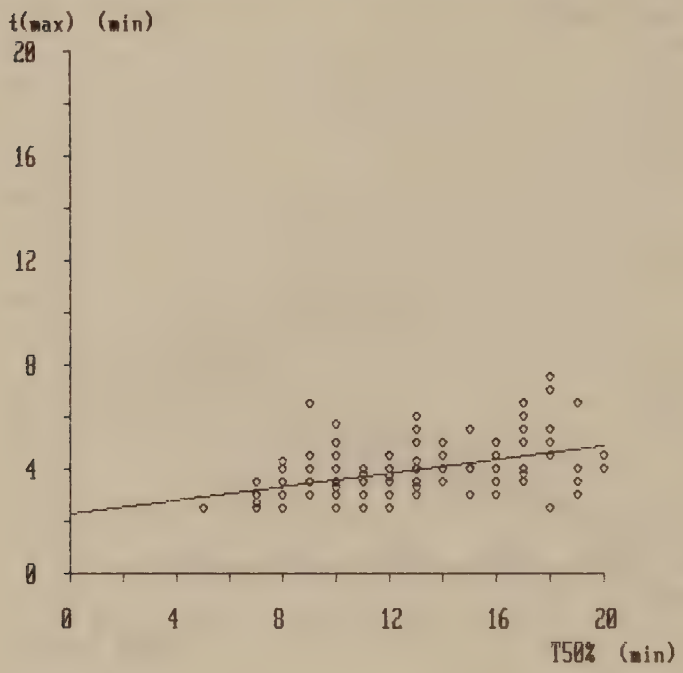


Anzahl der Patienten	n =	181
Mittelwert	$\bar{x}$ =	4.25
Standardabweichung	s =	1.604
Variationkoeffizient	v =	37.742
Korrelationskoeffizient	r =	.6583

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .297 \; X + 1.47$$

3.6.7. Vergleich: Tmax zu T50%

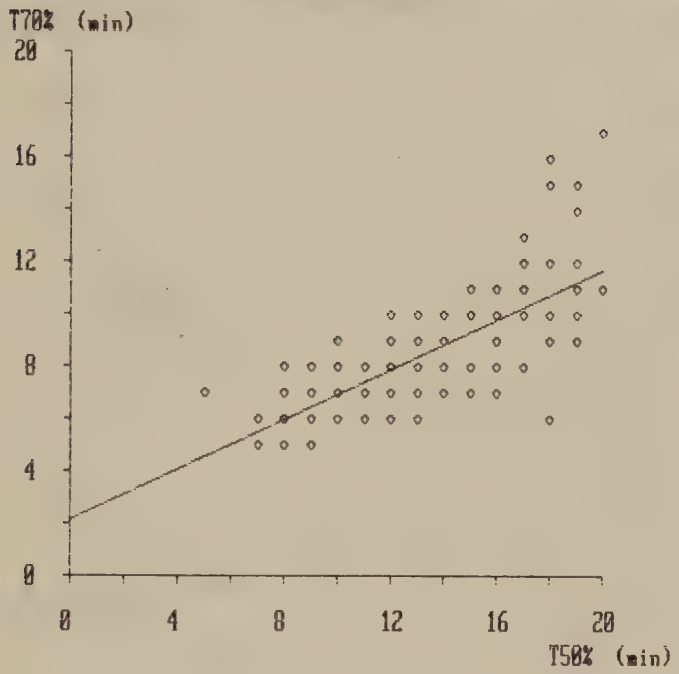


Anzahl der Patienten	n =	140
Mittelwert	$\bar{x}$ =	3.86
Standardabweichung	s =	1.01
Variationkoeffizient	v =	26.143
Korrelationskoeffizient	r =	.4817

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .13\ X + 2.27$$

3.6.8. Vergleich: T70% zu T50%

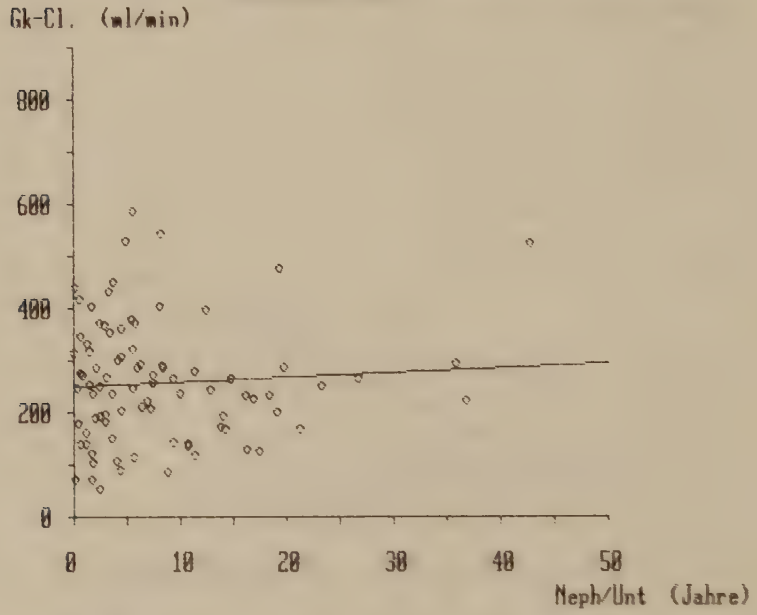


Anzahl der Patienten	n =	140
Mittelwert	$\bar{x}$ =	8.01
Standardabweichung	s =	2.321
Variationkoeffizient	v =	28.99
Korrelationskoeffizient	r =	.7745

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .481 \; X + 2.13$$

3.6.9 Vergleich: Ganzkörperclearance zu Zeit zw. Nephrektomie und Untersuchung

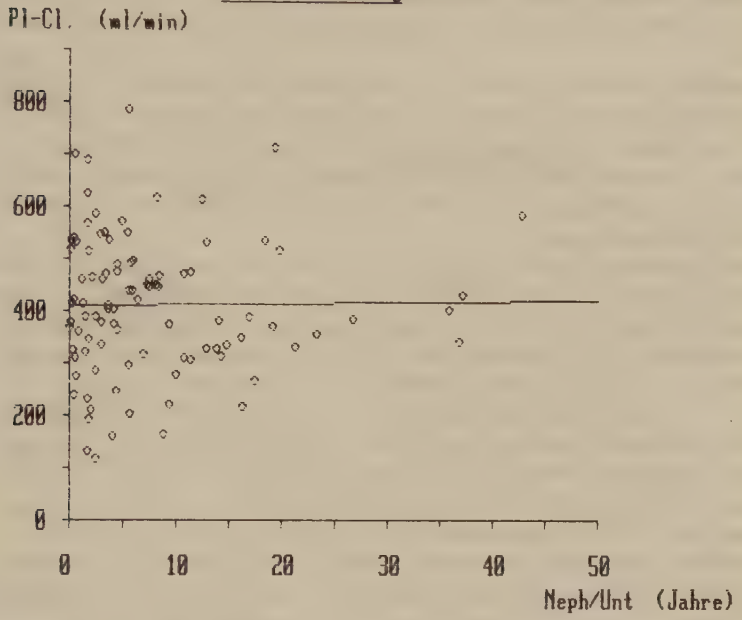


Anzahl der Patienten	n =	87
Mittelwert	$\bar{x}$ =	258.2
Standardabweichung	s =	115.654
Variationkoeffizient	v =	44.793
korrelationskoeffizient	r =	.0612

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .836\ X + 251.44$$

3.6.10 Vergleich: Plasmaclearance zu Zeit zw. Nephrektomie und Untersuchung



Anzahl der Patienten	n =	96
Mittelwert	$\bar{x}$ =	411
Standardabweichung	s =	132.477
Variationkoeffizient	v =	32.233
Korrelationskoeffizient	r =	.0172

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet

$$Y = .258\ X + 408.95$$

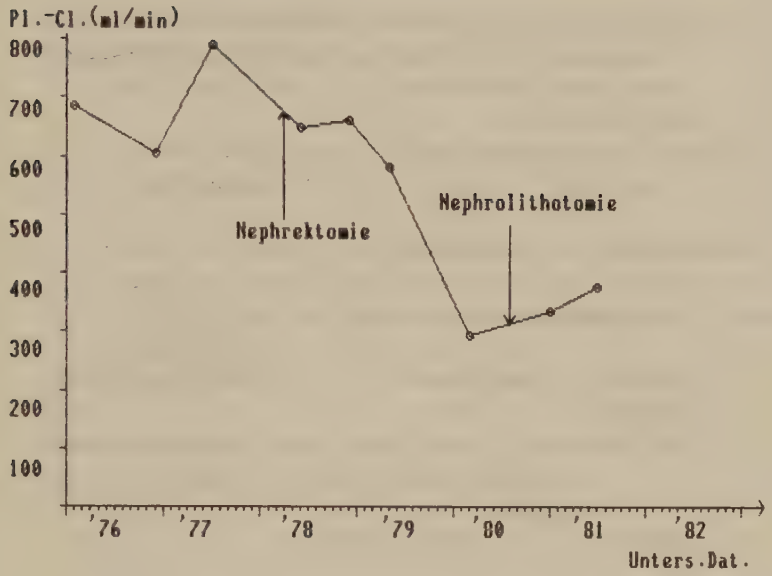
3.7 Krankheitsverläufe

Von den 110 Patienten, die sich nach einer Nephrektomie im Strahleninstitut Tübingen einer Nierenfunktionsprüfung unterzogen, liegen bei 7 dieser Patienten Daten von Untersuchungen vor und nach Nephrektomie vor.
DUBOVSKY u. Mitarb. hatten, wie schon unter 1.1 erwähnt, bei ihren Untersuchungen beobachtet, daß ein Ansteigen des effektiven renalen Plasmaflusses vorausgesagt werden kann für eine Niere mit normalem ERPF, die ihre Funktion noch nicht kompensatorisch gesteigert hatte, weil der pathologische Prozeß einen solchen Anstieg noch nicht erforderlich gemacht hatte.
Keine Änderung des ERPF's wird vorausgesagt für eine Niere, die ihre Funktion schon maximal gesteigert hat, um eine schwerwiegende kontralaterale Beeinträchtigung zu kompensieren und für eine Niere mit erniedrigtem ERPF, verursacht durch einen bilateralen pathologischen Prozeß. Die Niere kann nicht kompensieren, da sie selbst erkrankt ist.

Die Funktion der Restniere wird also bestimmt durch die Art und die Länge der Erkrankung und ob der krankhafte Prozeß ein- oder beidseitig abläuft. (14)
Um zu prüfen, ob die Funktion der Restnieren der Tübinger Patienten nach den gleichen Gesichtspunkten zu beurteilen ist, wie sie von DUBOVSKY und Mitarb. beobachtet wurden, sind die Krankheitsverläufe dieser Patienten im folgenden aufgeführt und unter 5.6.11 kommentiert.

Auf den Seiten 35 - 47 erfolgt eine kurze Beschreibung der Krankheitsverläufe und eine Darstellung in Diagrammform.

Nr.: 55 sex : m geb.: Nov. 1927



28.01.76 Pyelolithiasis li., Z.n. Pyelolithotomie bds. 1973, seit Nov. 1974 28 Steine, z.Zt. li. 2 grosse Steine, re. 1 Stein

Gesamtausscheidung gut durch die kompensierende Ueberfunktion der rechten Niere. Die linke Niere trägt nur 1/5 zur Gesamtfunktion bei.
li:re = 19:81 Gk-Cl: --- Pl-Cl: 684 ml/min

26.11.76 Normaler effektiver Nierenplasmastrom, fast ausschliesslich durch die unauffällige rechte Niere erbracht, links nur geringe Restfunktion.
Befund gegenüber VU Jan. '76 deutlich verschlechtert.
ING: li: normaler Initialanstieg, dann ganz flache Bogenkurve ohne sicheres Maximum und Abfluss
re: normaler Initialanstieg, guter Parenchymanstieg mit zeitgerechtem Maximum und gutem Abfluss
li:re = 1:99 Gk-Cl: --- Pl-Cl: 606 ml/min

14.06.77 Kelchsteinrezidiv mit Verschluß der linken Niere

Re. unauffällige Funktion mit regelrechtem ING. Effektiver Nierenplasmastrom im Normbereich. Im Szintigramm Stauung der rechten oberen Kelchgruppe.
ING: li: Blutkurve
re: völlig unauffällig
li:re = 0:100 Gk-Cl: --- Pl-Cl: 791 ml/min

N E P H R E K T O M I E 1978 links

02.05.78 Nierenbeckenausgußstein rechts

Effektiver Nierenplasmastrom normal, normale Funktion der Restniere.
ING: re: normaler Initialanstieg, guter Parenchymanstieg mit verzögertem, bogigen Maximum und abgeflachter Abflußphase.
Gk-Cl: --- Pl-Cl: 651 ml/min

07.11.78 Restniere rechts mit großem Korallenstein

Normale Funktion, normale Clearance, gegenüber VU 5.78 ING-Kurve jetzt weitgehend der Norm genähert, Abflußphase jetzt deutlich steiler.
Gk-Cl: --- Pl-Cl: 664 ml/min

24.04.79 Korallenstein-Einzelniere rechts, renale tubulare Acidose

Effektiver Nierenplasmastrom mäßig erniedrigt, bogiger Umbau der ING-Kurve als Zeichen einer bestehenden Abflußstörung.
Gk-Cl: 312 ml/min Pl-Cl: 582 ml/min

11.02.80 Urolithiasis, Nierenbeckenstein rechts

Effektiver Nierenplasmastrom erheblich erniedrigt
ING-Kurve weiterhin bogig verändert als Zeichen der Parenchymschädigung und Abflußstörung.
Gk-Cl: 34 ml/min Pl-Cl: 294 ml/min

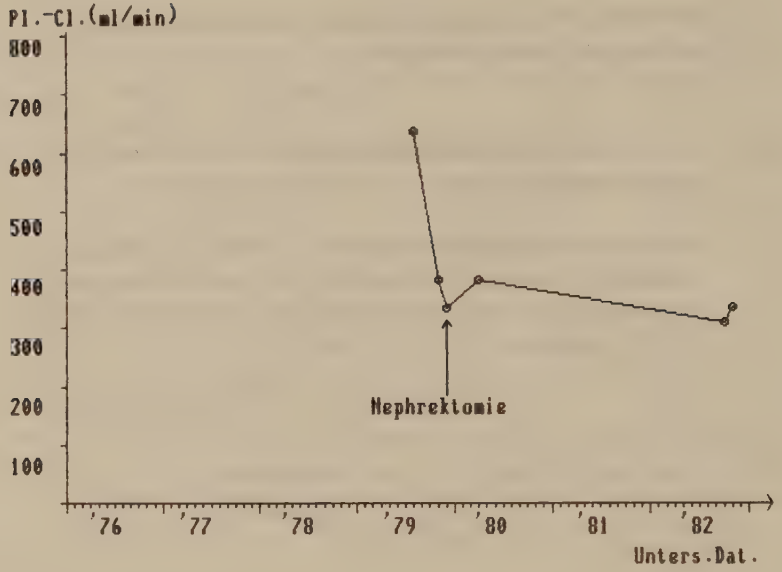
19.12.80 operierte Steinniere rechts

Effektiver Nierenplasmastrom deutlich erniedrigt, Abflußstorung der rechten Niere.
Gk-Cl: 135 ml/min Pl-Cl: 336 ml/min

02.06.81 Z.n. Entfernung eines Nierenbeckensteins in der Restniere re., renale tubuläre Acidose

Effektiver Nierenplasmastrom auf die Hälfte des Normalen reduziert, wobei die Restniere re. bei guter Parenchymfunktion noch eine deutliche Abflußstörung aufweist.
Gk-Cl: 182 ml/min Pl-Cl: 377 ml/min

Nr.: 75 sex : f geb.: Aug. 1927



10.07.79 Nieren-Tbc rechts

Klinisch bekannte Nieren-Tbc re., rechts deutliche Parenchymschädigung, kompensatorisch leicht hypertrophierte linke Niere, die den teilweise Ausfall der re. Niere kompensiert.
ING: li: weitgehend normal
re: flachbogig, erniedrigter, zeitgerechter Impulsanstieg, verzögerter Durchfluss
li:re = 72:28 Gk-Cl: 523 ml/min Pl-Cl: 634 ml/min

09.10.79 Nieren-Tbc beidseits

Effektiver Nierenplasmastrom gegenüber der VU deutlich zurückgegangen, jetzt zu 90% von der li. Niere erbracht. Diese weist gewisse Zeichen der Abflussstörung auf. Rechte Niere in ihrer Funktion ganz erheblich beeinträchtigt, Abfluss nicht mehr beurteilbar.
li:re = 90:10 Gk-Cl: 136 ml/min Pl-Cl: 381 ml/min

09.11.79 Tbc, Ureterstenose bds.

Effektiver Nierenplasmastrom deutlich eingeschränkt, jedoch gegenüber VU Oct. '79 unverändert. Li. und re. kein Abfluß nachweisbar.
li:re = 85:15 Gk-Cl: 136 ml/min Pl-Cl: 332 ml/min

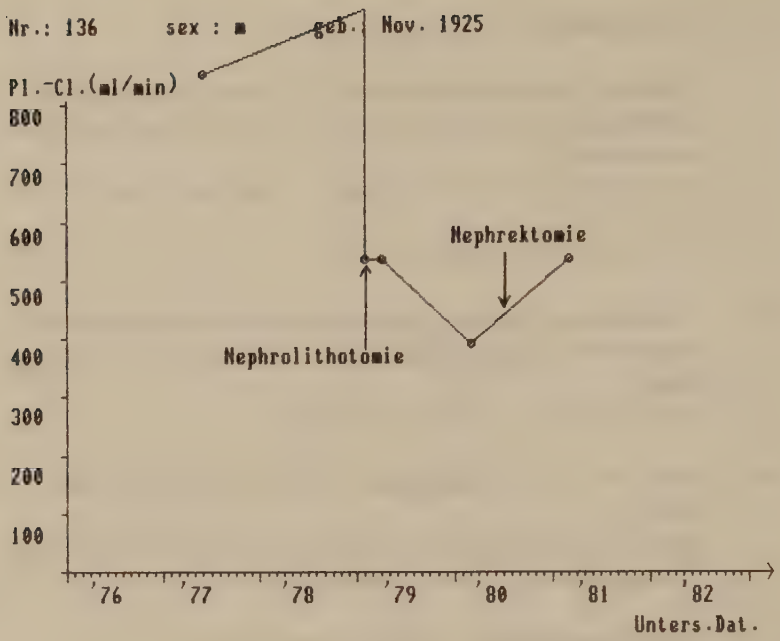
N E P H R E K T O M I E November 1979

03.03.80 Herabgesetzte Clearance. Durchströmung der linken Restniere unauffällig, allenfalls geringgradig verlängerte Durchflußzeit.
Gk-Cl: 196 ml/min Pl-Cl: 381 ml/min

17.09.82 Gk-Cl auf 1/4, Pl-Cl auf kaum mehr als die Hälfte herabgesetzt.
ING: li: Akkumulationskurve mit vermindertem Funktionsanstieg
Gk-Cl: 85 ml/min Pl-Cl: 307 ml/min

22.10.82 Uretercutaneoneostomie, Splintwechsel 20.10.82
Splintwechsel seit 12.79 alle 6 Wochen

Gegenuber VU 9.82 mit der starken Abflußverzögerung liegt jetzt nach Splintwechsel ein deutlich besserer Abfluß vor mit einer ab 6,5 min. bereits wieder abfallenden Kurve. Abfluß allerdings noch nicht wieder so gut wie 3.80
Gesamtfunktion auf ca. 2/3 herabgesetzt, hat sich gegenüber dem Zustand vor dem Splintwechsel vor 4 Wochen nicht geändert.
Gk-Cl: 195 ml/min Pl-Cl: 334 ml/min



22.10.73 Pyelonephritis,
1951 Nierenbeckenplastik wegen aberrierendem Polgefäss

Links Isosthenuriekurve, rechts Summationskurve
Befund spricht für eine Parenchymschädigung beidseits.

09.05.77 Glomeruläre Filtration und effektiver renaler Plasmafluss im Normbereich, zu knapp 1/3 von der linken Niere, zu 2/3 von der rechten Niere erbracht. Links flache Bogenkurve als Zeichen einer deutlichen Parenchymschädigung, rechts Stauungskurve.
li:re = 16:84 Gk-Cl: 513 ml/min Pl-Cl: 851 ml/min

03.01.79 Nephrolithiasis re., Z.n. Harnleiterabgangsplastik

Effektiver Nierenplasmastrom im Normbereich, von links etwas mehr als von rechts erbracht. Rechts Parenchymschädigung. Beide Nieren zeigen bis 15 min. nach Injektion keinen Abfluss.

Befund gegenuber VU von 1977 etwas verschlechtert.
li:re = 57:43 Gk-Cl: 451 ml/min Pl-Cl: 973 ml/min

30.01.79 Z.n. Nephrolithotomie am 11.1.79 wegen Pyonephrose bei Nephrolithiasis

Effektiver Nierenplasmastrom gegenuber der praoperativen Untersuchung deutlich zurückgegangen, wird jetzt zu 76% von der linken Niere erbracht. Bei dieser hat sich bei guter Funktion gegenuber der VU der Abfluß etwas gebessert. Recht weiterhin Kurve vom Akkumulationstyp als Zeichen der noch bestehenden erheblichen Durchflußstörung.
li:re = 76:24 Gk-Cl: 225 ml/min Pl-Cl: 534 ml/min

19.03.79 Effektiver Nierenplasmastrom gegenuber der VU wieder deutlich angestiegen, jetzt nur noch leicht erniedrigt. Abfluß links weiter verbessert, jedoch insgesamt noch deutlich verlängert. Nephrogrammkurve rechts nach wie vor vom Akkumulationstyp als Zeichen einer noch weiter bestehenden erheblichen Durchflußstörung.
li:re = 80:20 Gk-Cl: 322 ml/min Pl-Cl: 534 ml/min

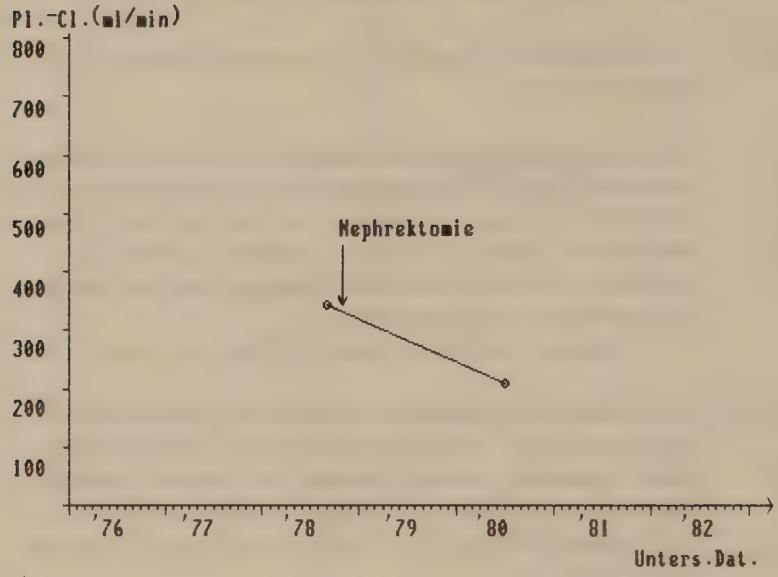
01.02.80 chron. Pyelonephritis, Nephrolithiasis re. bei Z.n. Nierenbeckenplastik re. und Z.n. Nephrolithotomie re.

Rechts deutlich abgeflachte Kurve, Gesamtclearance im untersten Normbereich, deutliche Einschränkung rechts, gute Funktion links.
li:re = 76:24 Gk-Cl: 296 ml/min Pl-Cl: 391 ml/min

N E P H R E K T O M I E rechts 1980

02.02.81 Effektiver Nierenplasmastrom knapp unter dem Normalwert zweier gesunder Nieren, sodaß die Restniere links offenbar die Funktion der anderen Niere voll übernommen hat. Sie ist morphologisch unauffallig und weist nur eine mäßige Abflußverzogerung auf.

Nr.: 144 sex : f geb.: Aug. 1947



22.08.78 Schrumpfniere links, Reflux rechts

Mässige Einschränkung des effektiven Nierenplasmaflusses bei Abflussstörung in der rechten Niere, links fehlende Ausscheidung.
ING: li: Blutkurve
re: normaler Initialanstieg, guter Parenchymanstieg mit etwas verzögertem Maximum und flacher Abflussphase
li:re = 4:96 Gk-Cl: --- Pl-Cl: 344 ml/min

N E P H R E K T O M I E links 1978

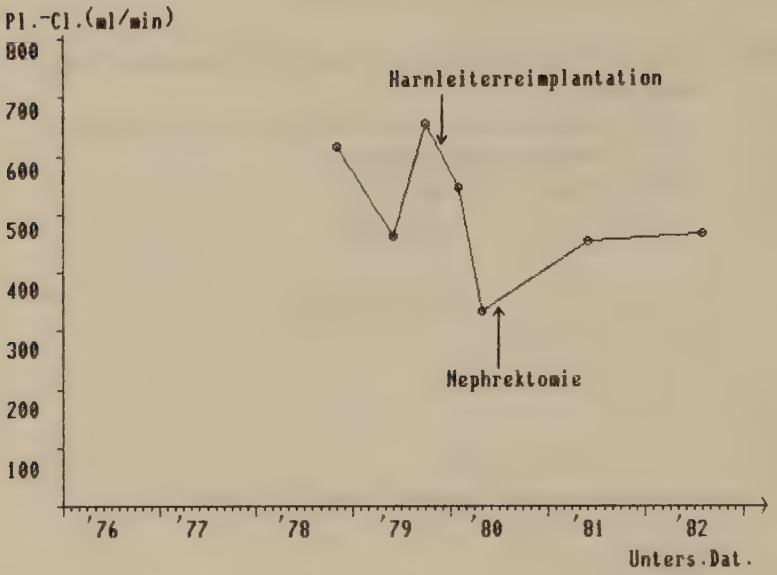
09.06.80 Z.n. Nephrektomie 1978, Z.n. Antirefluxplastik 1978

Funktionsanstieg rechts befriedigend, aber keine kompensatorische Erhöhung, Abfluss re. etwas abgeflacht, Maximum geringfügig verspätet.

Unter Miktion kein Hinweis auf Reflux re.
Gk-Cl: 188 ml/min Pl-Cl: 209 ml/min

13.03.81 Effektiver Nierenplasmastrom gegenüber VU noch etwas zurückgegangen.
ING: re: Abflachung und noch deutliche Abflußverzögerung,
Reflux nicht nachweisbar.
Gk-Cl: 107 ml/min Pl-Cl: ---

Nr.: 160 sex : f geb.: Nov. 1942



18.10.78 Nieren-Tbc links

Effektiver Nierenplasmastrom normal, wird weitgehend von der rechten Niere erbracht.
ING: li: normaler Funktionsanstieg, dann flacher Parenchymanstieg ohne Maximum und Abfluss
re: normaler Initialanstieg, guter Parenchymanstieg mit spitzem Maximum und gutem Abfluss
li:re = 8:92 Gk-Cl: --- Pl-Cl: 615 ml/min

21.05.79 Nieren-Tbc li., stumme Niere li., Reflux rechts

Funktion links hat sich seit 10.78 verschlechtert.
Effektiver Nierenplasmastrom auf etwa 2/3 des Normalwertes eingeschränkt, wird fast ausschliesslich von re. erbracht.
ING: li: praktisch Blutkurve
re: unauffällig
li:re = 0:100 Gk-Cl: 244 ml/min Pl-Cl: 462 ml/min

17.09.79 Nieren-Tbc links, z.n. Cortisonbehandlung

Normale Clearance, also gute Kompensation der nahezu fehlenden Funktion der linken Niere durch die rechte.
ING: li: sehr flache Bogenkurve, starke Ausscheidungsverzögerung .
re: maßig verzögerter Aktivitätsdurchtritt bei kompensatorisch erhöhtem Funktionsanstieg, befriedigender Abfluß.
li:re = 0:100 Gk-Cl: 421 ml/min Pl-Cl: 653 ml/min

08.01.80 Z.n. Harnleiterreimplantation li. 11.79 wegen Stenose bei Tbc

Effektiver Nierenplasmastrom normal
ING: li: ganz flache Bogenkurve, allerdings jetzt mit einem gewissen Abfall als Zeichen des Abflusses.
re: Unauffälliges ING
li:re = 4:96 Gk-Cl: 422 ml/min Pl-Cl: 544 ml/min

02.04.80 Deutlich eingeschränkte Clearance, die nahezu vollständig von der rechten Niere erbracht wird.
ING: li: praktisch Blutkurve
re: normales ING
li:re = 3:97 Gk-Cl: 221 ml/min Pl-Cl: 332 ml/min

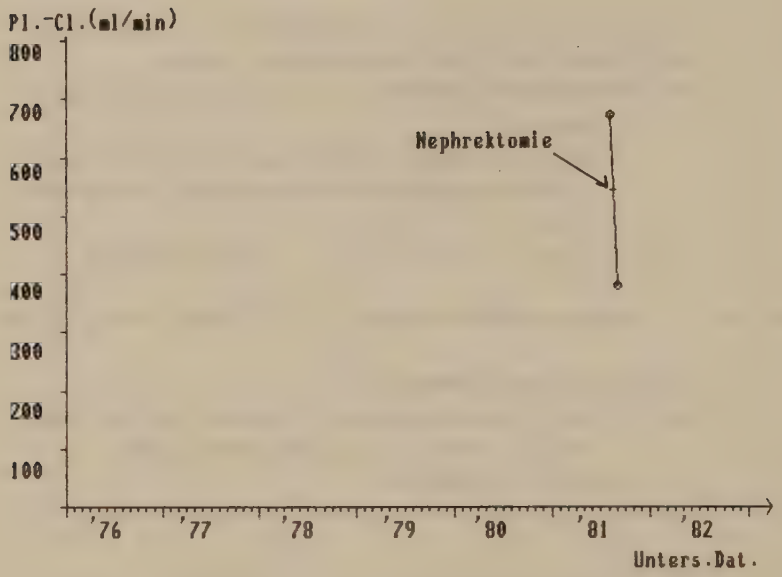
N E P H R E K T O M I E links 1980

29.05.81 Z.n. Nieren-Tbc und Nephrektomie li. 1980

Effektiver Nierenplasmastrom regelrecht bei unauffälligem Impulsanstieg und regelrechtem Abfluß. Unauffällige Restniere rechts.
Gk-Cl: 256 ml/min Pl-Cl: 450 ml/min

01.07.82 Effektiver Nierenplasmastrom mit 285 ml/min und Pl-Cl mit 463 ml/min nicht voll kompensiert.
Gut funktionierende Einzelniere, die jedoch nicht ganz kompensiert.

Nr.: 175 sex : m geb.: Juni 1914



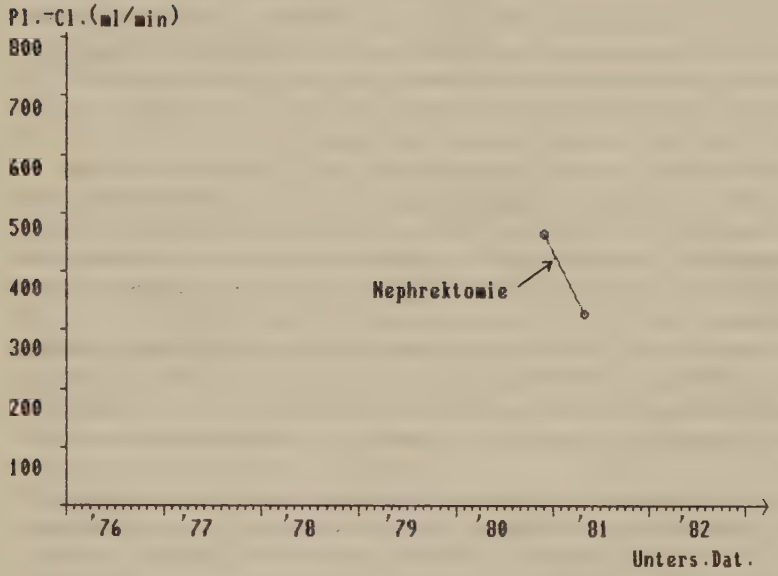
28.07.81 Hydronephrose und Ureterfistel links, Rektum-Ca.-Rezidiv
Z.n. Rektumexstirpation und Verletzung des li. Ureters,
Nephrektomiwe links vorgesehen

Hydronephrose links bei noch relativ guter Funktion, die linke Niere erbringt noch etwas mehr als 1/3 der Gesamtfunktion. Funktionsanstieg bds. gut, li. etwas erniedrigt, Abfluss li. nicht nachweisbar, re. 79% und somit im Normbereich.
li:re = 40:60 Gk-Cl: 342 ml/min Pl-Cl: 668 ml/min

N E P H R E K T O M I E links Juli 1981

14.08.81 Restniere rechts hat ihre Funktion postoperativ erheblich reduziert und weist entsprechend im ING eine Bogenkurve als Zeichen einer gewissen Parenchymschädigung und Abflussverzögerung auf.
Gk-Cl: 71 ml/min Pl-Cl: 377 ml/min

Nr.: 250 sex : m geb.: Juni 1927



24.11.80 Hypernephrom rechts

Effektiver Nierenplasmastrom im untersten Normbereich ,etwas mehr von re. als von li. erbracht. Beidseits im wesentlichen regelrechte Durchflusskinetik bis auf eine leichte Abflussstörung re., wohl aufgrund des Hypernephroms.
li:re = 42:58 Gk-Cl: 324 ml/min Pl-Cl: 467 ml/min

N E P H R E K T O M I E rechts 3.12.1980

21.04.81 Effektiver Nierenplasmastrom leicht erniedrigt, li. leicht erniedrigter Impulsanstieg, jedoch normale Durchflusskinetik.
Gk-Cl: 266 ml/min Pl-Cl: 331 ml/min

08.10.81 Praktisch unveränderter Befund gegenüber der VU. Weiterhin befriedigender Funktionsanstieg und guter Abfluss links. Wegen paravenös injizierter Aktivität keine Clearance-Bestimmung möglich. Der Anstieg entspricht einer einzelnen guten bis sehr guten Niere, aber nicht dem Wert von zwei gesunden Nieren.

4. Statistische Auswertung der Ergebnisse.

Bei der Beurteilung von Meßergebnissen (Meßdaten) stellt sich immer die Frage, ob die gefundenen Ergebnisse, das heißt, die zu einem Kennwert zuammengefaßten Stichprobenwerte mit Vergleichswerten übereinstimmen oder von diesen verschieden sind.
Auf diese Frage kann die Statistik antworten.
Wenn die Antwort lauten sollte: die aus der Stichprobe errechneten (bestimmten) Kennwerte stimmen nicht mit den Vergleichswerten überein, sie können also nicht als "übliche, normale" Abweichungen dem Zufall zugeschrieben werden, sondern es handele sich um wirkliche Unterschiede, dann stellt sich als nächstes die Frage nach der Ursache der Unterschiede.
Die Beantwortung dieser Frage, der Frage nach den kausalen Ursachen, ist nicht Aufgabe der Statistik.
In der Statistik können Hypothesen geprüft werden, sie werden angenommen oder abgelehnt, aber ein Zusammenhang kann nicht bewiesen werden. (55)
Die Frage nach der statistischen Abhängigkeit wurde bei dem untersuchten Datenmaterial durch Prüfen des Korrelationskoeffizienten bzw. mittels des t-Test's beantwortet. Dabei wurden Tabellen benutzt, die bei jeweils geforderter Irrtumswahrscheinlichkeit p die maximalen Grenzwerte von Korrelationskoeffizient r bzw. t-Wert enthalten, die nicht uberschritten werden dürfen, wenn die Unterschiede zwischen Stichprobendaten und Vergleichsdaten nur zufällig sind.
Sobald die errechneten Prüfwerte gleich oder größer als die entsprechenden Grenzwerte sind, kann man die Nullhypothese verwerfen (Unterschiede sind rein zufällig) und die Alternativhypothese wird angenommen, d.h., die gefundenen Unterschiede sind nicht durch Zufall zu erklären.

Der errechnete Korrelationskoeffizient r (besteht zwischen x und y ein stochastischer Zusammenhang ? Wie groß ist er ?) ist auf dem jeweiligen Diagramm angegeben, ebenso der Variationskoeffizent v, der sich aus der Standardabweichung s, geteilt durch den Mittelwert $\bar{x}$, errechnet, und als relativierte Standardabweichung ein gutes Vergleichsmaß darstellt.
Die Regressionsgrade (welcher Zusammenhang besteht zwischen y und x ? Läßt sich y aus x schätzen?)

$$y = mx + a$$

wurde ebenfalls auf den Diagrammen angegeben.
Auf die Angabe der Regressionsgeraden x = my + b wurde verzichtet.

Die fur den Vergleich der Mittelwerte zwischen dem "gesunden Kollektiv" und den Werten der Patienten mit nur einer Niere errechneten t-Werte, sowie der Freiheitsgrad F6 sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

5. Diskussion der Ergebnisse 3.1 - 3.5

5.1 Vergleich: Einzelnieren zu zwei gesunden Nieren

Nimmt man an, daß von zwei gesunden Nieren jeweils eine Niere 50% der Funktion erbringt, so mußte bei einer Ganzkörper-Clearance von 430 ml/min eine Niere 215 ml/min erbringen und bei einer Plasma-Clearance von 620 ml/min eine Niere 310 ml/min.
Es bestehen jedoch immer gewisse Funktionsunterschiede zwischen beiden Nieren, die aber bei gesunden Organen normalerweise gering sind. HULET u. Mitarbeiter berichten von Differenzen für den ERPF von durchschnittlich 6,7%, maximal bis zu 20%. (28)
Betrachtet man hierzu die Clearance-Werte der Einzelnieren, bezogen auf 215 bzw. 310 ml/min, so findet sich eine Steigerung der Ganzkörper-Clearance um 18% und ein Anstieg der Plasma-Clearance um 34%.
DUBOVSKY et.al. geben in ihrer Arbeit eine kompensatorische Steigerung des ERPF's um 36% für Frauen und 42% für Männer an. (14)
Hierbei handelte es sich aber um Nierenspender, bei denen die Restniere in jedem Falle voll funktionstüchtig war, während die hier aufgeführten Werte aus Tabelle 2 alle Tübinger Patienten mit Einzelnieren erfassen, also auch solche, bei denen Erkrankungen der Restniere vorliegen.
Die Tatsache jedoch, daß die Einzelnieren nach dem Ausfall der kontralateralen Niere ihre Funktion kompensatorisch steigern, gliedert sich in die Reihe der Aussagen der unter 1.2 genannten Autoren.
Weiterhin fällt auf, daß der Zeitpunkt des Impulsmaximums tmax bei Einzelnieren verspätet erreicht wird.
Tmax ergibt sich zu dem Zeitpunkt, in dem pro Zeiteinheit durch Elimination aus dem Plasma gerade soviel Aktivität im Gesichtsfeld angereichert wird, wie durch Abfluß aus dem Hohlsystem bzw. durch Abnahme der Gewebekurve verschwindet. Der Zeitpunkt des Maximums ist demnach insbesondere vom Funktionszustand der Niere und der Abflußrate aus dem Nierenhohlsystem abhängig. (27)
HOR u. PABST zitieren auch Arndt u. Mitarb., die bei kompensatorisch hypertrophierten Restnieren nach Nephrektomie einen verzögerten Eintritt von tmax beobachtet haben. (27)

Der Impulsanstieg ist bei den hier untersuchten Patienten mit dem bei einer von zwei gesunden Nieren vergleichbar.
Die Parameter der Abflußphase T70%, T50% und der Abfluß nach 15 Minuten sind gegenuber den Werten fur die gesunden Nieren deutlich verlängert.

5.2 Durchschnittswerte der Einzelnieren

In 3.2, Tabelle 3, wurden die Daten von Patienten mit Einzelnieren aufgeführt und berucksichtigt, ob die Einzelniere erkrankt ist und/oder der Patient an einer weiteren Krankheit leidet.
Ist die Restniere gesund und liegt keine andere Erkrankung vor, so sind die Clearance-Werte bei allen Gruppen am höchsten. Die Funktion verschlechtert sich, wenn ein Patient an einer zusätzlichen Krankheit leidet, nimmt weiter ab, wenn die Restniere erkrankt ist und ist am niedrigsten, wenn zusätzlich zur erkrankten Restniere eine weitere Krankheit kommt, ersichtlich auch aus den Zahlen des Impulsanstieges.
In der gleichen Reihenfolge verschlechtern sich die Werte fur tmax, T70% und T50% und der Abfluß nach 15 Minuten.
Besondere Beachtung verdienen die Werte der Patienten mit kongenitaler Aplasie. Sie zeigen die größte Funktionssteigerung und liegen nahe den Werten fur zwei gesunde Nieren, aber auch bei ihnen ist, wie bei allen Patienten mit Einzelnieren, der Abfluß verzögert.

5.3 Erkrankung der Restniere

Die Werte fur Patienten mit einer Erkrankung der Einzelniere, ersichtlich aus 3.3, Tabelle 4, sind sowohl für die Ganzkörper-Clearance, als auch fur die Plasma-Clearance zu niedrig und zeigen keine oder nur eine sehr geringe kompensatorische Funktionssteigerung. (Jeweils bezogen auf die 50%-Werte zweier gesunder Nieren).
Dabei ist zu berucksichtigen, daß die Genauigkeit der Clearance-Bestimmung bei beeinträchtigter Nierenfunktion strittig und nur mit Vorbehalt zu interpretieren ist. (16)
OBERHAUSEN u. BERBERICH stellten fest, daß bei Clearance-Werten unter 300 ml/min die Bestimmung mit der Anger-kamera zu einer erheblichen uberschätzung der tatsächlichen Nierenfunktion führt. Bei beidseitig nephrektomierten Patienten wurden noch Werte von 150 ml/min gemessen. (44)

Und WILHELM u.Mitarb. zeigten in ihrem Vergleich zwischen Ganzkörperzähler und Anger-Kamera mit nachgeschaltetem Rechnersystem, daß, je geringer die Nierenfunktion wurde, desto stärker wurde sie bei der Anger-Kamera überschätzt. In ihrem Versuch wurden Clearance-Werte am Ganzkörpermeßplatz zwischen 0 und 100 ml/min mit der Kameraclearance um ca. 140%, im Bereich 100-200 ml/min um ca. 40% und im Bereich von 200-300 ml/min noch um ca. 12% zu hoch ermittelt. (66)
Da bei den hier aufgeführten Tübinger Patienten Clearance-Messungen sowohl am Ganzkörpermeßplatz als auch an der Anger-Kamera durchgeführt wurden, durften die Clearance-Werte insgesamt noch niedriger liegen. Eine Trennung nach den beiden verschiedenen Untersuchungsmethoden wurde nicht vorgenommen.
Die Werte bei folgenden Befunden in der Restniere: Hypernephrom, Schrumpfniere, Tbc, Arterienstenose, Trauma, Reflux, Phenacetinniere und Hypoplasie sind statistisch nicht verwertbar, da die Anzahl der Fälle zu gering ist. (lediglich 1-3 Patienten)
Befindet sich in der Restniere eine Hydronephrose, so fällt der extrem verschlechterte Abfluß von 32% nach 15 Minuten auf, der deutlich den Stau in den ableitenden Harnwegen widerspiegelt und mit einer Gk-Cl von 124 ml/min und einem niedrigen Impulsanstieg eine stark beeinträchtigte Nierenfunktion anzeigt.
Nahezu ebenso ist der Abfluß nach 15 Minuten bei Patienten mit abdominalen Tumoren verzögert. Obwohl in der Anamnese nicht angegeben, muß man hier doch bei mehreren der Patienten mit einer Ureterobstruktion rechnen, die den schlechten Abfluß erklärt.

5.4 Gleiche Erkrankung in beiden Nieren

Fällt die Funktion einer Niere durch eine Krankheit aus, so fragt sich der Patient, wie groß das Risiko ist, daß die Restniere von der gleichen Erkrankung befallen wird.
In 3.4, Tabelle 5, sind die Anzahl der Patienten angegeben, bei denen in beiden Nieren die gleiche Erkrankung auftrat.
Besonders groß ist der Prozentsatz der Patienten mit Nephrolithiasis und Pyelonephritis.
DEES hat 92 Patienten, die wegen eines Steins nephrektomiert waren, zur Zeit der Operation jedoch eine normale kontralaterale Niere hatten, untersucht. Bei 70 (76%) der Patienten traten während einer Zeit von ca. 12 Jahren keine urologischen Erkrankungen auf, 11 Patienten hatten in der Restniere persistierende oder rezidivierende Infektionen, bei

9(10%) bildeten sich ebenfalls Steine. Von 14 weiteren Patienten mit Nephrektomie wegen eines Steins hatten zur Zeit der Operation 9 (64%) der Patienten auch Steine in der kontralateralen Niere.
Weiter berichtet er von 28 Patienten mit einer Hydronephrose, nicht durch einen Stein hervorgerufen. Von diesen 28 waren bei 25 Patienten während einer Beobachtungszeit von knapp 8 Jahren die Restnieren ohne Befund, nur bei 3 Patienten traten urologische Probleme auf. (11)
O'CONOR gibt bei 41 Patienten mit Nephrektomie wegen Lithiasis 9 (22%) mit Steinen in der Restniere an.
Bei 40 Patienten mit Pyelonephritis 10 (25%) mit der gleichen Erkrankung in der Einzelniere, bei Hydronephrose 7 von 30. (46)
Auch DEMING hat sich mit diesem Thema befaßt und fand in seinen Untersuchungen, daß 8 (21%) von 39 Patienten auch in der Restniere Steine entwickelten, 4 von 5 eine Pyelonephritis, 2 von 12 eine Hydronephrose und 5 von 36 wegen Tbc nephrektomierten Patienten ebenfalls in der Restniere Tbc bekamen. (12)
Einen direkten Vergleich dieser Arbeiten mit den Resultaten bei den Tübinger Patienten sollte man jedoch nicht ziehen, da sich während der letzten Jahre (die Arbeiten von Deming und O'Conor stammen von 1937 bzw. 1942) die Therapiemöglichkeiten sehr geändert haben und viele dieser Krankheiten heute ganz anders beeinflußbar sind.

5.5 Vergleich der Funktionssteigerungen

Wie bei 4.2 werden hier wieder die Einzelnieren beurteilt und berücksichtigt, ob die Einzelniere erkrankt ist oder ob der Patient an einer zusätzlichen Krankheit leidet.
Betrachtet wurden die Werte der Ganzkörper-Clearance und der Plasma-Clearance und in Prozent die Funktionssteigerung einer Einzelniere, bezogen auf die Hälfte der Gesamtfunktion zweier gesunder Nieren (Gk-Cl= 215 ml/min; Pl-Cl=310 ml/min = 100%) angegeben, sowie der Funktionsgrad einer Einzelniere, bezogen auf die Gesamtfunktion zweier gesunder Nieren (Gk-Cl=430 ml/min; Pl-Cl=620 ml/min = 1,00) berechnet. Wie schon in 4.2 beschrieben, ist die kompensatorische Funktionssteigerung der gesunden Restniere am besten, nimmt aber zusehends ab, wenn diese erkrankt ist und ist am niedrigsten, wenn eine erkrankte Restniere und eine weitere Erkrankung des Patienten vorliegen, also auch zusätzlich zum Zustand der Restniere die körperliche Verfassung des Patienten eine Rolle spielen.
Patienten mit kongenitaler Aplasie erreichen mit einer Steigerung um

91% für die Ganzkörper-Clearance bzw. 96% für die Plasma-Clearance die besten Resultate, aber auch bei ihnen tritt bei zusätzlichen Erkrankungen eine Funktionsminderung ein.
Alle Patienten mit Erkrankungen der Restniere zeigen so gut wie keine kompensatorische Funktionssteigerung und liegen größtenteils noch unter dem Ergebnis für eine gesunde Niere.

5.6 Diskussion der vergleichenden Darstellungen unter 3.6.1 - 3.6.10

5.6.1 Ganzkörper-Clearance zu Plasma-Clearance

Die Plasma-Clearance wird als Kontrollwert in Beziehung zur Ganzkörper-Clearance betrachtet.
Zwischen beiden besteht bei n=212 eine gute Korrelation.
Korrelationskoeffizient r=0,8532
Damit ergibt sich eine Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,1%.

5.6.2 Ganzkörper-Clearance zu Alter

In diesem Diagramm sind die Ganzkörper-Clearance-Werte der Einzelnieren als Funktion vom Alter in Form einer Punktwolke aufgetragen.
Bei den Einzelnieren läßt sich die Nullhypothese, Clearance-Werte seien unabhängig vom Alter, nicht halten, und die Alternativhypothese muß angenommen werden, das heißt, ein hochsignifikanter Zusammenhang ist bei einem Korrelationskoeffizienten von r=0,3527 und einem Freiheitsgrad FG=219 nicht auszuschließen.
Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist < 0,1%
Die Ganzkörper-Clearance nimmt bei den Patienten mit einer Einzelniere pro Jahr um durchschnittlich 2,36 ml/min ab.
FEINE u. zum WINKEL, sowie PABST u. HOR berichten ebenfalls von einer Altersabhängigkeit der Clearance-Normalwerte (16, 50) und SCHERNTHANER u. Mitarb. fordern eine Alterskorrektur für nuklearmedizinische Meßdaten. (56)
Auch FAUXE et.al. sehen eine Abnahme des durchschnittlichen ERPF's als eine Funktion des Alters an. Bei einer Gruppe von 193 Patienten, die als Nierenspender geeignet erschienen, beobachteten sie eine Abnahme der Durchschnittswerte von 619 ml/min bei 20-jährigen Frauen auf 418 ml/min bei 60-jährigen Frauen und bei Männern von 662 ml/min bei

20-jährigen auf 486 ml/min bei 60-jährigen.
Dies spiegelt eine durchschnittliche Abnahme der Funktion von 5,0 ml/min/Jahr bei Frauen und von 4,4 ml/min/Jahr bei Männern wider. (63)

5.6.3 Plasma-Clearance zu Verteilungsvolumen

Bei r=0,5305 und einem FG=234 ist ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen Plasma-Clearance und Verteilungsvolumen gegeben.
Das Verteilungsvolumen wird bei der Untersuchung als Kontrollwert für die Plasma-Clearance ausgedruckt, da es sehr empfindlich auf methodische Fehler reagiert.

5.6.4 Ganzkörper-Clearance zu Impulsanstieg und
5.6.5 Plasma-Clearance zu Impulsanstieg

Sowohl die Clearance-werte, als auch der Impulsanstieg sind ein Maß für die Nierenfunktion.
Bei r=0,5389 und einem FG=221 für Gk-Cl zu Impulsanstieg, sowie r=0,569 und FG=239 für Pl-Cl zu Impulsanstieg besteht zwischen den Clearance-Werten und dem Impulsanstieg ein hochsignifikanter Zusammenhang.

5.6.6 Tmax zu T70%
5.6.7 Tmax zu T50%
5.6.8 T70% zu T50%

Tmax, die Zeit bis zum Erreichen des Impulsmaximums, sowie T70% und T50%, die Zeit, zu der die Impulszahl auf 0,7 bzw. 0,5 des Maximalwertes abgesunken ist, sind Werte, die die renale Kinetik der 131-Orthojodhippursäure widerspiegeln.
Zwischen ihnen besteht bei r=0,6583 und FG=181 für tmax zu T70%, r=0,4817 und FG=140 für tmax zu T50%, sowie r=0,7745 und FG=140 für T70% zu T50% ein hochsignifikanter Zusammenhang.

5.6.9 Ganzkörper-Clearance zu Zeit zwischen Nephrektomie u. Untersuchung
5.6.10 Plasma-Clearance zu Zeit zwischen Nephrektomie und Untersuchung

Bei einem Korrelationskoeffizienten von r=0.0612 und FG=87 für Gk-Cl zu Zeit zwischen Nephrektomie und Untersuchung, bzw. von r=0,0198 und FG=95 für Pl-Cl zu Zeit zwischen Nephrektomie und Untersuchung besteht

keinerlei Zusammenhang zwischen diesen Parametern.
Es kann also nicht gesagt werden, daß der Clearance-Wert, der ja ein Maß für die Funktion der Niere ist, im Laufe der Jahre ansteigt.
In der Literatur wird berichtet, daß Nierenspender 65-81% ihres ursprünglichen ERPF s innerhalb weniger Tage nach der Operation erreichen und daß dieser Wert für viele Jahre gleich bleibt. (13, 14, 19, 37)
Auch OGDEN beobachtete eine Steigerung der PAH-Clearance der Einzelniere (131-OIH-Clearance = 0,83 PAH-Clearance) auf 70% des präoperativen Wertes innerhalb von 7 Tagen nach Nephrektomie. (47)
Andere Autoren bestätigen diese schnelle kompensatorische Antwort. (62)

Zusammengefaßt ergibt sich also, daß sofort nach Nephrektomie ein kompensatorischer Funktionsanstieg der Niere auftritt, und die Funktion der Restniere während der folgenden Jahre nicht weiter gesteigert wird.

5.6.11 Beurteilung der Krankheitsverläufe

Nr.: 55

Patient mit Nephrolithiasis, Pyelolithotomie bds. 1973
rezidivierende Steinbildung in beiden Nieren mit zeitweiligem Verschluß der linken Niere. Normaler effektiver Nierenplasmastrom, nahezu ausschließlich von der rechten Niere erbracht.
1978 Nephrektomie links, in der Restniere großer Korallenstein normaler effektiver Nierenplasmastrom, aber als Zeichen einer in der Restniere bestehenden Abflußstörung bogige Umformung der ING-Kurve.
1979 mäßige Erniedrigung des Nierenplasmastromes und weiter bestehende Abflußstörung
Ab 1980 deutliche Abnahme des ERPF's und zunehmende Abflußstörung
1981 nach Entfernung des Nierenbeckensteines in der Restniere Abfluß etwas verbessert, effektiver Nierenplasmafluß auf die Hälfte des Normalen reduziert.
Die Restniere rechts, die schon vor der Nephrektomie den Funktionsausfall der linken Niere voll kompensiert hatte, bringt nach der Nephrektomie anfangs noch die gleiche gute kompensatorische Leistung, ihre Funktion wird jedoch durch die rezidivierende Steinbildung und die dadurch verursachte Schädigung zunehmend herabgesetzt, sodaß sie nicht mehr in der Lage ist, die fehlende Funktion der rechten Niere zu übernehmen.

Nr.: 75

Patientin mit klinisch bekannter Nieren-Tbc rechts mit deutlicher Parenchymschadigung
Leichte kompensatorische Hypertrophie der linken Niere, die den teilweisen Ausfall der rechten Niere kompensiert, normaler effektiver Nierenplasmastrom.
Nach Befall auch der linken Niere an Tbc, deutliche Abnahme des ERPF's und durch Ureterstenose links und rechts erheblich verschlechterter Abfluß.
11/79 Nephrektomie rechts
Abfluß in der Restniere meist fehlend, zwischendurch jedoch durch Splintwechsel gut oder zumindest ausreichend. Ruckgang der Clearance-Werte auf ca. 50% der Norm.
Vor der Erkrankung der linken Niere an Tbc trug sie mit einer Clearance von 375 ml/min 70% zur normalen Ganzkörper-Clearance von 523 ml/min bei, zeigte also eine gute Kompensation des teilweisen Ausfalls der rechten Niere. Nachdem sie selbst durch die Tbc geschädigt wurde, war ihr eine Kompensation nicht mehr möglich.

Nr.: 136

Patient mit chronischer Pyelonephritis rechts
1977 erbringt die rechte Niere 2/3 des im Normbereich liegenden effektiven renalen Plasmaflusses, nach Steinbildung in der rechten Niere 1.79 ist der ERPF weiter im Normbereich, wird jetzt aber von links etwas mehr als von rechts erbracht.
Nach Nephrolithotomie re. wegen Pyonephrose bei Nephrolithiasis deutliche Abnahme des ERPF's , nach zwei Monaten aber bereits wieder angestiegen und nur noch leicht erniedrigt. Abfluß links verzögert, rechts zunehmende Funktionseinschränkung.
Nephrektomie rechts 1980
Nach der Nephrektomie kann die linke Restniere, da sie nicht selbst erkrankt ist, ihre Funktion erheblich steigern und liegt mit einer Ganzkörper-Clearance von 346 ml/min und einer Plasma-Clearance von 533 ml/min knapp unter dem Normalwert fur zwei gesunde Nieren.

Nr.: 144

Patientin mit Schrumpfniere links und Reflux rechts
8.78 fehlende Ausscheidung der linken Niere, mäßige Einschränkung des effektiven Nierenplasmastroms bei Abflußstörung in der rechten Niere.
1978 Nephrektomie links und Antirefluxplastik rechts
1980 Funktionsanstieg rechts befriedigend, aber keine kompensatorische Steigerung, 1981 weitere Abnahme des ERPF s und deutliche Abflußstörung.
Da die Restniere durch den Reflux geschädigt ist, kann sie ihre Funktion nicht kompensatorisch steigern und liegt mit der Gesamtfunktion noch unter dem Wert für eine gesunde Niere.

Nr.: 160

Patientin mit Tuberkulose der linken Niere
10.78 wird der normale effektive Nierenplasmastrom weitgehend von der gesunden linken Niere erbracht (links = 8:92%), 1/2 Jahr später stumme Niere links und Absinken des Plasmastromes auf 2/3 der Norm, nach Cortisonbehandlung 9.79 wieder normale Clearance und gute Kompensation rechts.
Nach Harnleiterneueinpflanzung 11/79 wegen Stenose, links leichte Verbesserung der Funktion (links = 5:95), normaler effektiver ERPF.
Nephrektomie links 1980
Nach Nephrektomie weiter unauffällige gute Funktion der rechten Restniere. Der effektive Nierenplasmastrom ist jedoch nicht voll kompensiert und erreicht nur ca. 2/3 der Funktion zweier gesunder Nieren. Betrachtet man aber die Restniere, die vorher 217 ml/min erbrachte und nun postoperativ 256 bzw. 285 ml/min, so ist doch eine Steigerung ihrer Funktion um etwa 25% zu erkennen.

Nr.: 175

Patient mit Hydronephrose links und Ureterfistel links
Z.n. Rektumexstirpation und Verletzung des linken Ureters, Rektum-Ca-Rezidiv
Clearance im Normbereich, linke Niere erbringt 1/3 der Funktion
Nephrektomie links 7/81
Zwei Wochen nach OP Funktion der rechten Niere ausreichend für eine

Niere, aber keine kompensatorische Steigerung.
Eventuell Beeinträchtigung durch das Rektumkarzinom? Stenose? (verzögerter Abfluß !!)

Nr.: 250

Patient mit Hypernephrom in der rechten Niere
11/80 effektiver Nierenplasmastrom im untersten Normbereich, von rechts, der Niere mit dem Hypernephrom, etwas mehr als von links erbracht, rechts lediglich leichte Abflußverzögerung.
Nephrektomie rechts 12/80
April 81 effektiver Nierenplasmastrom leicht erniedrigt, die linke Niere hat ihre Funktion gesteigert, kann aber den Ausfall der rechten Niere nicht voll übernehmen, sie erbringt jedoch mit 266 ml/min 82% der, allerdings erniedrigten präoperativen Ganzkörper-Clearance von 324 ml/min, die zuvor durch beide Nieren geleistet wurde, und zum Vergleich ihres präoperativen Anteils von 137 ml/min an der Gk-Cl zeigt sie sogar eine Steigerung von 94%. Da die Niere gesund ist, ist sie zu dieser Funktionssteigerung in der Lage.

In Übereinstimmung mit der Arbeit von DUBOVSKY u. Mitarb. (14) kann nach Betrachtung der 7 hier geschilderten Fälle ebenfalls festgestellt werden, daß bei einseitiger Schädigung nach Entfernung dieser erkrankten Niere die verbliebene Restniere den effektiven renalen Plasmafluß kompensatorisch steigern konnte, was bei drei dieser Patienten der Fall war. (Nr.: 136, 160, 250)
Weitere drei Patienten zeigten keine Funktionssteigerung der Restniere, da diese Niere selbst erkrankt war. (Nr.: 55, 75, 144)
Bei einem Patienten war die fehlende Kompensation der Restniere unklar wäre aber vielleicht durch eine Stenose durch ein bei diesem Patienten vorhandenes Rektum-Ca zu erklären. (Nr.: 175)
Bei 6 Patienten passen also die Ergebnisse zu den Aussagen in der amerikanischen Arbeit, ein Patient ließ sich nicht einordnen.

6. Zusammenfassung

Von 251 einnierigen Patienten des Tübinger Strahleninstitutes wurden die bei der nuklearmedizinischen Nierenfunktionsprüfung ermittelten Daten ausgewertet und als Durchschnittswerte für Einzelnieren den Normwerten von Patienten mit zwei gesunden Nieren gegenübergestellt.
Die kompensatorische Funktionssteigerung der Einzelnieren wurde in Prozent, bezogen auf die Hälfte der Gesamtfunktion zweier Nieren, angegeben, sowie der Funktionsgrad, bezogen auf die Gesamtfunktion zweier gesunder Nieren, bestimmt.
Es konnte gezeigt werden, daß die Einzelnieren nach dem Ausfall der kontralateralen Niere ihre Funktion kompensatorisch steigern, was sich in einem Anstieg der Ganzkörper-Clearance um 18% auf durchschnittlich 254 ml/min und der Plasma-Clearance um 34% auf durchschnittlich 414 ml/min ausdruckte.
Die größte Funktionssteigerung fand sich bei den Patienten mit kongenitaler Aplasie, bei denen die Steigerung der Ganzkörper- und der Plasma-Clearance 91% bzw. 96% betrug, während Patienten mit Erkrankungen der Restniere so gut wie keine kompensatorische Funktionssteigerung aufwiesen und noch großtenteils unter dem Ergebnis für eine gesunde Niere lagen.
Weiterhin fiel auf, daß der Zeitpunkt des Impulsmaximums tmax bei Einzelnieren verspätet erreicht wird, und daß die Parameter der Abflußphase T70%, T50% und der Abfluß nach 15 Minuten gegenüber den Werten für die gesunden Nieren deutlich verlängert sind.
Vergleichende Darstellungen verschiedener Parameter der nuklearmedizinischen Nierenfunktionsprüfung anhand von Diagrammen geben Auskunft über Abhängigkeiten.
Dabei konnte nachgewiesen werden, daß zwischen der Ganzkörper-Clearance und dem Alter der Patienten ein eindeutiger Zusammenhang besteht. Die Gk-Clearance nimmt bei den einnierigen Patienten pro Jahr um ca. 2,36 ml/min ab. (Für zwei gesunde Nieren wird in der Literatur eine jährliche Abnahme von ca. 4,3 ml/min angegeben)
Ein Zusammenhang zwischen den Clearance-Werten und der Zeitspanne zwischen der Nephrektomie und dem Untersuchungsdatum konnte nicht gefunden werden.
Bei 7 nephrektomierten Patienten, bei denen Untersuchungsdaten vor und nach der Operation vorliegen, wurde der Krankheitsverlauf kurz geschildert und mit einer Arbeit von DUBOVSKY u. Mitarb.: "Prediction of Renal Function after Unilateral Nephrectomy in Patients with Various Nephrourological Problems." (14) verglichen.

Bei 6 dieser Patienten konnten gleiche Aussagen wie in der Arbeit von Dubovsky gemacht werden, nämlich bei dreien, daß die Restniere nicht kompensieren konnte, da sie selbst erkrankt war, bei weiteren drei Patienten, daß eine gesunde Einzelniere den Ausfall der kontralateralen Niere voll übernehmen kann, und nur bei einem Patienten, bei dem die fehlende Kompensation nicht zu erklären war, paßten die Ergebnisse nicht zu den Aussagen von Dubovsky.

7. Literaturverzeichnis

1. ALLISON, M.E.M.; WILSON, C.B.; GOTTSCHALK, C.W.:
   Pathophysiology of experimental glomerulonephritis in rats.
   J. Clin. Invest., 53: 1402- 1423, 1974
2. ANDERSEN,B.; HANSEN, J.B.; JORGENSEN, S.J.:
   Survival after nephrectomy
   Scand. J. Urol. Nephrol., 2: 91-94, 1968
3. APERIA, A.; BROBERGER, O.; WILTON, P.:
   Renal functional adaption in the remnant kidney in patients with renal agenesis and in patients nephrectomized in childhood.
   Acta Paediatr. Scand., 67: 611-615, 1978
4. BANK, N.; AYNEDJIAN, H.S.:
   A micropuncture study of potassium excretion by the remnant kidney.
   J. Clin. Invest., 52: 1480-1490, 1973
5. BONER, G.; SHERRY, J.; RIESELBACH, R.E.:
   Hypertrophy of the normal human kidney following contralateral nephrectomy.
   Nephron, 9: 364-370, 1972
6. BONVALET, J.P.; CHAMPION, M.; WANSTAK, F.; BERJAL, G.:
   Compensatory renal hypertrophy in young rats: increase in the number of nephrons.
   Kidney Int., 1: 391-396, 1972
7. BRICKER, N.S.; SCHMIDT, R.W.; FAVRE, H.; FINE, L.; BOURGOIGNIE, J.J.:
   On the biology of sodium excretion: the search for a natriuretic hormone.
   Yale J. Biol. Med., 48: 293-303, 1975
8. BRÜGGEMANN, G.:
   Ein Computerprogramm zur seitengetrennten Nieren-Clearance-Berechnung mit einem modifizierten Verfahren nach OBERHAUSEN.
   Inaugural-Dissertation, Med. Fakultät Tübingen, 1980
9. BUGGE-ASPERHEIM, B., KIIL, F.:
   Examination of growth-mediated changes in hemodynamics and tubular transport of sodium, glucose and hippurate after nephrectomy.
   Scand. J. Clin. & Lab. Investigation, 22: 255-265, 1968
10. DANOVITCH, G.M.; BOURGOIGNIE, J.; BRICKER, N.S.:
    Reversibility of the 'salt-losing' tendency of chronic renal failure.
    N. Engl. J. Med., 296: 14-19, 1977
11. DEES, J.E.:
    Prognosis of the solitary kidney.
    The Journal of Urology, Vol. 83, No. 5, May 1960
12. DEMING, C.L.:
    The future of the unilaterally nephrektomized patient.
    Tr. Southeastern Branch Am. Urol. A., 1937, pp. 2-10

13. DONADIO, J.V.; FARMER, C.D.; HUNT, J.C.; TAUXE, W.N.; HALLENBECK, G.A.; SHORT, R.G.:
Renal function in donors and recipients of renal transplantation. Radioisotopic measurements.
Ann. Intern. Med., 66: 105-115, 1967

14. DUBOVSKY, E.V.; DOWNING, M.; SCOTT, J.W.; BUESCHEN, A.; TAUXE, W.N.:
Prediction of renal function after unilateral nephrectomy in patients with various nephrourological problems.
J. Nucl. Med., 22: P38, 1981

15. EKELUND, L.; GÖTHLIN, J.:
Compensatory renal enlargement in older Patients.
Am. J. Roentgenol., 127: 713-715, 1976

16. FEINE, U.; z. WINKEL, K.:
Nuklearmedizin- Szintigraphische Diagnostik, Kapitel 16: Nieren
Thieme-Verlag, Stuttgart, 1980

17. FIDA, B.; CERRUTTI, G.B.:
Il rene superstite dopo mononefrectomia. Modoficazioni fungionali a distanza in soggetti con inperfunzione dell's organo preesistente all'intervento.
Minerva Nefrol, 7: 16-19, 1960

18. FINE, L.G.; BOURGOIGNIE, J.J.; KWANG, K.H.; BRICKER, N.S.:
On the influence of the natriuretic factor from patients with chronic uremia on the bioelectric properties and sodium transport of the isolated mammalian collecting duct.
J. Clin. Invest., 58: 590-597, 1976

19. FLANIGAN, W.J.; BURNS, R.O.; TAKAES, F.J.; MERRILL, J.P.:
Serial studies of glomerular filtration rate and renal plasma flow in kidney transplant donors, identical twins, and allograft recipients.
Am. J. Surg., 116: 788-794, 1968

20. GALLA, J.H.; KLEIN-ROBBENHAAR, T.; HAYSLETT, J.P.:
Influence of age on the compensatory response in growth and function to unilateral nephrectomy.
Yale J. Biol. Med., 47: 218-226, 1974

21. GEORGI, P.:
Nuklearmedizin, in: Hohenfellner, R.; Zingg, E.J.: Urologie in Klinik und Praxis, Bd. 1: Diagnostik, Entzündungen, Tumoren
Thieme-Verlag, Stuttgart, 1982

22. HAYSLETT, J.P.:
The effect of changes in hydrostatic pressure in peritubular capillaries on the permeability of the proximal tubule.
J. Clin. Invest., 52: 1314-1319, 1973

23. HAYSLETT, J.P.:
Functional adaption to reduction in renal mass.
Physiological Reviews, Vol. 59, No. 1, January 1979

24. HAYSLETT, J.P.; KASHGARIAN, M.; EPSTEIN, F.H.:
Functional correlates of compensatory renal hypertrophy.
J. Clin. Invest., 47: 774-782, 1968

25. HAYSLETT, J.P.; KASHGARIAN, M.; EPSTEIN, F.H.:
Mechanisms of change in the excretion of sodium per nephron when renal mass is reduced.
J. Clin. Invest., 48: 1002-1006, 1969

26. HEIDEMAN, H.D.; ROSENBAUM, H.D.:
A study of renal size after contralateral nephrectomy.
Nephron, 9: 364-370, 1972

27. HÖR, G.; PABST, H.W.:
Nephrologie, in: D. Emrich: Nuklearmedizin, Funktionsdiagnostik und Therapie, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1979

28. HULET, W.H.; BALDWIN, D.S.; BIGGS, A.W.; GOMBOS, E.A.; CHASIS, H.:
Renal function in the separate kidneys of man.
J. Clin. Invest., 39: 389-394, 1960

29. KAUFMAN, J.M.; DIMEOLA, H.J.; SIEGEL, N.J.; LYTTON, B.; KASHGARIAN, M.; HAYSLETT, J.P.:
Compensatory adaption of structure and function following progressive renal ablation.
Kidney Int. 6: 10-17, 1974

30. KAUL u. Mitarb., 1972 in D. Emrich:
Nuklearmedizin, Funktionsdiagnostik und Therapie, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1979

31. KATZ, A.:
Renal function immediately after contralateral nephrectomy: relation to the mechanism of compensatory kidney growth.
Yale J. Biol. Med. 43: 164-172, 1970

32. KATZ, A.I.; EPSTEIN, F.H.:
Relation of glomerular filtration rate and sodium reabsorption to kidney size in compensatory renal hypertrophy.
Yale J. Biol. Med., 40: 222-230, 1967

33. KATZ, A.I.; TOBACK, B.; LINDHEIMER, M.D.:
Independence of onset of compensatory kidney growth from changes in renal function.
Am. J. Physiol., 230: 1067-1071, 1976

34. KIIL, F.; BUGGE_ASPERHEIM, B.:
Characteristics of sodium and water transport in diluting segment of dog nephrons after nephrectomy and ureteroperitoneostomy.
Scandinav. J. Clin. & Lab. Investigation, 22: 266-276, 1968

35. KIRSCH, W.:
Entwicklung und Methodik der getrenntseitigen Nierenclearance mit 131-J-Ortho-Jod-Hippursäure im Ganzkörperzähler und ihre Anwendung in der Pädiatrie.
Ann. Univ. Sarav. (med.), 12: 105, 1975

36. KLEEMAN, C.R.; OKUN, R.; HELLER, R.J.:
The renal regulation of sodium and potassium in patients with chronic renal failure (CRF) and the effect of diuretics on the excretion of these ions.
Ann. NY Acad. Sci., 139: 520-539, 1966

37. KROHN, A.G.; OGDEN, D.A.; HOLMES, J.H.:
Renal function in 29 healthy adults before and after nephrectomy.
J.A.M.A., 196: 322-324, 1966

38. KURNICK, N.B.; LINDSAY, P.A.:
Compensatory renal hypertrophy in parabiotic mice.
Lab. Invest., 19: 45-48, 1968

39. LALLI, A.F.:
Renal enlargement.
Radiology, 84: 688-691, 1965

40. LEWY, J.E.; WINDHAGER, E.E.:
Peritubular control of proximal fluid reabsorption in the rat kidney.
Am. J. Physiol., 214: 943-954, 1968

41. MAC KAY, E.M.; MAC KAY, L.L.; ADDIS, T.:
The degree of compensatory renal hypertrophy following unilateral nephrectomy.
J. Exp. Med., 56: 255-265, 1932

42. MALNIC, G.; KLOSE, R.M.; BIEBISCH, G.:
Micropuncture study of renal potassium excretion in the rat.
Am. J. Physiol., 206: 647-686, 1964

43. MÜLLER-SCHAUENBURG, W.:
Seitentrennung mit Toleranzgrenzen, Internes Programm der Abt. für Nuklearmedizin Tübingen, 1978

44. OBERHAUSEN, E.; BERBERICH, R.:
Nuklearmedizinische Nierenuntersuchungen, in: Losse, H.; Renner, E.: Klinische Nephrologie, Bd. 1, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1982

45. OBERTOP, H.; MALT, R.H.:
Lost mass and excretion as stimuli to parabiotic compensatory renal hypertrophy.
Am. J. Physiol., 232: F405-F408, 1977

46. O'CONOR, V.J.:
The indications and prognosis in unilateral nephrectomy
J.A.M.A., Oct. 24, 1942, Volume 120, No. 8

47. OGDEN, D.A.:
Donor and recipient function 2 to 4 years after renal homotransplantation. A paired study of 28 cases.
Ann. Intern. Med., 67: 998-1006, 1967

48. OLIVER, J.:
New directions in renal morphology: a method, its results and its future.
Harvey Lect. Ser. XL: 102-155, 1944/45

49. PABICO, R.C.; McKENNA, B.A.; FREEMAN, R.B.:
Renal function before and after unilateral nephrectomy in renal donors.
Kidney Int., 8: 166-175, 197

50. PABST, H.W.; HÖR, G.:
Nephrologie und Urologie, in: Hundeshagen, H.: Handbuch der medizinischen Radiologie, Bd. 15, Teil 2, Springer-Verlag, Berlin, 1978

51. PABST, H.W.; HÖR, G.; KRIEGEL, H.:
Einführung in die Nuklearmedizin
Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart, 1976

52. PAULSON, D.F.; FRALEY, E.E.:
Compensatory renal growth after unilateral renal obstruction.
Kidney Int. 4: 22-27, 1973

53. ROUS, S.N.; WAKIM, K.G.:
Kidney function before, during and after compensatory hypertrophy.
J. Urol., 98: 30-35, 1967

54. RUPPIK, G.:
Nierenszintigraphie; Methode und Normalwerte mit 131-J-Hippuran bei Verwendung einer Gammakamera.
Inaugural-Dissertation, Med. Fakultät, 1982

55. SACHS, L.:
Angewandte Statistik, Planung und Auswertung, Methoden und Modelle
Springer-Verlag, Berlin 1973

56. SCHERNTHANER, G.; ERD, W.; LUDWIG, H.; HOFER, R.:
Normwerte der normalen Clearance in Abhängigkeit vom Lebensalter, in: H.A.E. Schmidt: Nuklearmedizin, Schattauer-Verlag, Stuttgart, 1977

57. SCHON, D.A.; SILVA, P.; HAYSLETT, J.P.:
Mechanism of potassium excretion in renal insufficiency.
Am. J. Physiol., 227: 1323-1330, 1974

58. SCHULTZE, R.G.; TAGGART, D.D.; SHAPIRO, H.; PENNELL, J.P.; GAGLAR, S.; BRICKER, N.S.:
On the adaption in potassium excretion associated with nephron reduction in the dog.
J. Clin. Invest., 50: 1061-1068, 1971

59. SEGAUL, R.M.; LYTTON, B.; SCHIFF, M.:
Functional aspects of compensatory renal growth after ischemic injury.
Invest. Urol. 10: 235-238, 1972

60. SILBER, S.; MALVIN, R.L.:
Compensatory and obligatory renal growth in rats.
Am. J. Physiol., 226: 114-117, 1974

61. SILVA, P.; HAYSLETT, J.P.; EPSTEIN, F.H.:
The role of Na-K-activated adenosine triphosphatase in potassium adaption .
J. Clin. Invest., 52: 2665-2671, 1973

62. SUGINO, N.; DUFFY, G.; GULYASSY, P.F.:
Renal function after unilateral nephrectomy in normal man (abstract).
Clin. Res., 15: 143, 1967

63. TAUXE, W.N.; DUBOVSKY, E.V.; KIDD, T.; LIM, R.E.:
Parameters of renal function in normal subjects before and after kidney donation.
Eur. J. Nucl.Med., 5: 103, 1980

64. THRELFALL, G.; TAYLOR, D.M.; BUCK, A.T.:
Studies of the changes in growth and DNA synthesis in the rat kidney during experimentally induced renal hypertrophy.
Am. J. Pathol., 50: 1-14, 1967

65. WEINMAN, E.J.; RENQUIST, K.; STROUP, R.; KASHGARIAN, M.; HAYSLETT, J.P.:
Increased tubular reabsorption of sodium in compensatory renal growth.
Am. J. Physiol., 224: 565-571, 1973

66. WILHELM, H.; SCHMITT, H.-J.; BERBERICH, R.:
Vergleichende Messungen der 131-J-Hippuranclearance am teilabgeschirmten Ganzkörperzähler und an der Anger-Kamera mit nachgeschaltetem Rechnersystem.
Nuklearmedizin, Klinische Bedeutung nuklearmedizinischer Diagnostik und Therapie. 16. Internationale Jahrestagung der Gesellschaft für Nuklearmedizin, Madrid, 24.-27. Oktober, 1978, 511-513

67. ZUM WINKEL, K.:
Nuklearmedizin
Springer-Verlag, Berlin, 1975

8. Anhang

8.1 Datenurwerte der sieben unter 3.7 aufgeführten Patienten

Pat.Nr.: 55 sex:m geb.: Nov. 1927

1978 Nephrektomie links wegen Nephrolithiasis, in der Restniere ebenfalls Nephrolithiasis.

Unt.Dat.	Gk-Cl	seitengetrennte OIH-Clearance li:		re:		tmax li	tmax re	Imp.A li	Imp.A re	T70% li	T70% re	T50% li	T50% re	Abfl15 li	Abfl15 re
		%	ml/min	%	ml/min	min	min	min	min	min	min	min	min	%	%
präoperative Werte :															
28.01.76	---	19,0	---,-	81,0	---,-	10,5	4,5	322	1384	28,9	5,8	--,-	--,-	---	---
26.11.76	---	1,0	---,-	99,0	---,-	8,5	4,0	22	2117	5,5	5,0	12,8	10,8	---	---
14.06.77	---	0,0	---,-	100,0	---,-	1,0	4,5	0	2791	4,3	5,6	--,-	--,-	---	---
postoperative Werte der rechten Restniere:															
02.05.78	---						7,5		1903		7,4		11,2		---
07.11.78	---						4,0		3157		7,0		13,6		---
24.04.79	312						6,0		2726		15,0		--,-		48
11.02.80	34						8,5		3123		--,-		--,-		0
19.12.80	135						14,5		2218		--,-		--,-		0
02.06.81	182						6,5		2587		15,0		--,-		43

Pat.Nr.: 75 sex:f geb.: Aug. 1927

Nov. 1979 Nephrektomie rechts wegen Nieren-Tbc, in der Restniere ebenfalls Tbc

Unt.Dat.	Gk-Cl	seitengetrennte OIH-Clearance li:		re:		tmax		Imp.A		T70%		T50%		Abf115	
		li	re			li	re	li	re	li	re	li	re	li	re
		%	ml/min	%	ml/min	min	min	min	min	min	min	min	min	%	%
präoperative Werte :															
10.07.79	523	71,6	374,7	28,4	148,5	3,5	4,0	2314	917	7,0	19,0	11,0	--,-	85	68
09.10.79	136	90,5	123,2	9,5	12,9	6,5	9,5	1767	185	--,-	--,-	--,-	--,-	0	10
09.11.79	136	85,4	115,8	14,6	19,9	19,5	18,0	1381	237	--,-	--,-	--,-	--,-	0	19
postoperative Werte der linken Restniere:															
03.03.80	196					3,5		2648		9,0		16,0		75	
17.09.82	85					19,5		1179		--,-		--,-		0	
22.10.82	195					6,5		1684		--,-		--,-		41	

Pat.Nr.:136 sex:m geb.: Nov. 1925
Nephrektomie rechts 1980 wegen Nephrolithiasis

Unt.Dat.	Gk-Cl	seitengetrennte OIH-Clearance li: %	ml/min	re: %	ml/min	tmax li min	tmax re min	Imp.A li min	Imp.A re min	T70% li min	T70% re min	T50% li min	T50% re min	Abf115 li %	Abf115 re %
präoperative Werte :															
09.05.77	513	16,2	82,9	83,8	430,1	2,8	11,5	579	788	13,0	--,-	--,-	--,-	---	---
03.01.79	451	57,2	258,2	42,8	193,1	11,0	15,5	2317	1733	--,-	--,-	--,-	--,-	0	0
30.01.79	225	76,1	170,9	23,9	53,7	17,0	19,0	1640	515	--,-	--,-	--,-	--,-	0	0
19.03.79	322	80,1	257,5	19,9	64,0	6,5	16,5	1624	404	19,0	--,-	--,-	--,-	41	0
01.02.80	296	75,8	224,4	24,2	71,7	6,0	7,0	2609	834	11,0	--,-	16,0	--,-	73	---
postoperative Werte der linken Restniere:															
02.02.81	346					5,5		2537		9,0		18,0		76	

Pat.Nr.:144 sex:f geb.: Aug. 1947

Nephrektomie links 1978 wegen Schrumpfniere, Antirefluxplastik rechts 1978

Unt.Dat.	Gk-Cl	seitengetrennte OIH-Clearance li: %	ml/min	re: %	ml/min	tmax li min	tmax re min	Imp.A li min	Imp.A re min	T70% li min	T70% re min	T50% li min	T50% re min	Abf115 li %	Abf115 re %
präoperative Werte :															
22.08.78	---	4,0	---,-	96,0	---,-	--,-	6,5	80	1700	13,1	--,-	--,-	--,-	---	---
postoperative Werte der rechten Restniere:															
09.06.80	188						5,0		1452		14,0		--,-		68
13.03.81	107						6,0		1095		15,0		--,-		55

Pat.Nr.:160 sex:f geb.: Nov. 1942
Nephrektomie links 1980 wegen Nieren-Tbc links

Unt.Dat.	Gk-Cl	seitengetrennte OIH-Clearance li: %	ml/min	re: %	ml/min	tmax li min	tmax re min	Imp.A li min	Imp.A re min	T70% li min	T70% re min	T50% li min	T50% re min	Abf115 li %	Abf115 re %
präoperative Werte :															
18.10.78	---	8,0	---,-	92,0	---,-	13,0	3,5	189	2097	--,-	4,9	--,-	7,6	---	---
21.05.79	244	0,2	0,4	99,8	243,5	1,5	3,0	6	3561	--,-	6,0	--,-	8,0	15	88
17.09.79	421	0,0	0,0	100,0	421,2	1,0	7,0	0	2513	--,-	10,0	--,-	13,0	0	78
08.01.80	422	4,3	18,2	95,7	403,5	3,5	5,0	134	2964	--,-	8,0	--,-	12,0	48	83
02.04.80	221	1,7	3,7	98,3	217,2	2,5	3,5	44	2585	19,0	8,0	--,-	11,0	49	86
postoperative Werte der rechten Restniere:															
29.05.81	256						3,0		2811		6,0		10,0		83
01.07.82	285						3,0		2648		6,0		9,0		86

Pat.Nr.:175 sex:m geb.: Juni 1914
Juli 1981 Nephrektomie links wegen Hydronephrose
Z.n. Rektumexstirpation u. Verletzung des linken Ureters, Rektum-Ca.-Rezidiv

Unt.Dat.	Gk-Cl	seitengetrennte li: %	OIH-Clearance li: ml/min	re: %	ml/min	tmax li min	re min	Imp.A li min	re min	T70% li min	re min	T50% li min	re min	Abf115 li %	re %
präoperative Werte :															
28.07.81	342	39,5	134,8	60,5	206,7	17,5	4,0	1334	2042	--,-	7,0	--,-	11,0	0	79
postoperative Werte der rechten Restniere:															
14.08.81	71						4,0		2899		15,0		19,0		17

-22-

Pat.Nr.:250 sex:m geb.: Juni 1927
Dez. 1980 Nephrektomie wegen Hypernephrom in der rechten Niere

Unt.Dat.	Gk-Cl	seitengetrennte li: %	OIH-Clearance li: ml/min	re: %	ml/min	tmax li min	re min	Imp.A li min	re min	T70% li min	re min	T50% li min	re min	Abf115 li %	re %
präoperative Werte :															
24.11.80	324	42,3	137,0	57,7	186,6	3,5	4,5	2014	2744	7,0	8,0	13,0	13,0	84	80
postoperative Werte der linken Restniere:															
21.04.81	266					3,0		1770		6,0		13,0		86	

8.2 Schlüssel zu 8.3 (Bedeutung von A, B u. X)

A			B		X
			Restniere		
1.1	1.2	1.3	2.1		3
Aplasie	Nephrekt.	Funktions-ausfall	krank	Ursachen (von A u.B)	weitere Befunde
	1.2.a	1.3.a	2.1.a	Tumor	3.a Hypertonie
	1.2.a.1	1.3.a.1	2.1.a.1	Hypernephrom	3.b Diab. mellit.
	1.2.a.2	1.3.a.2	2.1.a.2	sonst. TU	3.c Hypercholesterinämie
	1.2.b	1.3.b	2.1.b	Schrumpfniere	
	1.2.c	1.3.c	2.1.c	Nephrolithiasis	3.d Hypercalciurie
	1.2.d	1.3 d	2.1.d	Hydronephrose	3.e Hyperurikämie
	1.2.e	1.3.e	2.1.e	Pyelonephritis	3.f Akromegalie
	1.2.f	1.3.f	2.1.f	Tuberkulose	3.g Osteomalacie
	1.2 g	1.3.g	2.1.g	Arterienstenose	3.h Lungenembolie
	1.2.h	1.3.h	2.1.h	Trauma	3.i Herzerkrankg.
	1.2.i	1.3.i	2.1.i	Reflux	3.j Metastasen
	1.2.k	1.3.k	2.1.k	Phenacetinniere	3.k abdom. Tumor
	1.2.l	1.3.l	2.1.l	Hypoplasie	3.l M. Parkinson
	1.2.n	1.3.n	2.1.n	Cyste	3.m PcP
	1.2.j	1.3.j	2.1.j	keine Angabe	

8.3 Datenurwerte aller einnierigen Patienten

Nr.	sex	Alter	Dat.Unt.	Nephr.	L/R	Gk-Cl.	Pl-Cl.	Vert.Vol.	Imp.A	t(max)	T70%	T50%	Abfl	A	B	X
1	m	52	22.01.80	05.78	l	---	624	7764	3821	3.0	6	8	90	12d	---	---
2	f	54	27.02.78	----	l	387	486	6991	4611	4.3	7	8	---	13j	---	3k
3	m	21	16.05.78	----	l	562	895	12651	2167	5.7	9	10	74	11	---	---
4	f	57	05.07.78	----	l	639	530	-----	2041	3.0	9	13	100	13j	---	---
5	m	49	24.07.78	-.70	l	544	619	10913	1556	3.5	--	--	---	12a1	---	---
6	f	68	04.08.78	-.74	l	---	405	5733	2417	4.0	--	--	---	12j	---	3k
7	m	55	23.10.78	10.78	r	---	535	10312	2316	3.0	--	--	---	12d	---	---
8	m	69	17.07.78	03.78	r	---	539	9376	2214	2.5	--	--	---	12j	---	3jk
9	f	42	27.10.78	--.78	l	---	420	8709	1314	4.0	--	--	---	12c	---	3bc
10	f	41	07.02.78	08.77	l	---	311	5933	-----	---	--	--	---	12a1	---	---
11	m	45	02.02.78	04.76	r	---	513	10036	-----	-----	--	--	---	12a1	---	---
12	f	70	03.11.78	?	l	---	275	5779	1018	4.5	--	--	---	12a	21e	---
13	f	63	09.01.78	11.77	r	---	414	7131	2906	11.0	--	--	---	12c	21c	---
14	m	63	01.02.78	03.65	l	---	531	9774	1494	3.0	--	--	---	12a1	21a1	---
15	m	30	16.02.78	07.76	l	---	688	9962	2692	2.5	--	--	---	12a1	---	---
16	f	56	30.05.78	-----	r	---	396	8073	1414	3.0	--	--	---	13j	---	---
17	m	59	30.06.78	--.41	r	---	433	9070	2069	6.5	--	--	---	12j	---	3k
18	m	46	09.08.78	-----	r	---	589	11415	2318	3.0	--	--	---	13j	---	---
19	m	53	24.07.78	----	l	---	704	11704	2284	3.0	--	--	---	13a1	---	---
20	m	74	15.08.78	----	l	---	384	17518	483	15.0	--	--	---	13j	21d	3k
21	f	45	14.09.78	----	r	---	753	10147	3133	3.5	--	--	---	13d	---	---
22	f	53	21.09.78	----	r	---	628	8899	3826	10.5	--	--	---	11	---	---
23	m	39	05.10.78	-----	r	---	350	13383	2141	4.5	--	--	---	13j	---	3i
24	m	59	11.10.78	----	l	---	435	9734	980	2.5	--	--	---	13a1	---	3j
25	f	51	19.10.78	?	r	---	418	8782	1346	5.0	--	--	---	12a1	---	---
26	f	70	31.10.78	----	r	---	450	6744	1767	7.5	--	--	---	13a1	21g	---
27	m	24	23.11.78	-----	r	---	348	6813	1577	10.5	--	--	---	13c	21c	---
28	f	61	06.04.78	11.73	l	202	366	8331	1120	3.3	6	10	96	12a1	---	---
29	f	63	09.05.78	12.75	r	372	586	10248	1124	5.2	10	--	92	12a1	---	---
30	f	62	23.05.78	11.72	l	321	439	6976	1141	4.3	6	13	81	12a1	---	---
31	f	59	06.06.78	--.72	r	287	495	-----	3334	3.0	7	11	100	12a1	---	3j
32	f	56	12.05.78	--.61	l	226	389	-----	578	4.7	10	--	90	12j	21cd	3b
33	m	69	16.10.78	--.70	l	285	467	-----	1181	3.8	10	17	76	12a1	21e	---
34	m	70	07.12.78	-----	l	453	592	-----	1603	3.7	10	12	93	13j	---	---
35	m	55	30.04.79	--.76	r	367	547	9532	2142	3.5	7	10	27	12a1	---	3j
36	m	54	23.01.79	?	l	210	393	9639	1020	2.5	7	12	95	12bc	---	---
37	f	76	01.02.82	----	l	048	195	8606	770	7.5	--	--	0	13j	21d	3k
38	f	59	03.12.79	----	l	285	493	7759	2638	17.0	--	--	19	13j	---	3k
39	m	71	26.10.82	--.71	l	118	306	6664	2367	4.0	16	--	42	12a1	21d	3b
40	m	18	29.05.81	----	l	273	336	6830	2054	6.5	15	--	80	11	211	3a
41	m	51	16.03.79	--.59	r	285	519	10327	2218	3.0	7	16	66	12j	---	---
42	f	71	09.03.79	--.75	l	450	537	7738	2249	6.5	14	19	78	12a1	---	3bf
43	f	41	22.03.79	--.77	l	237	348	7545	1940	3.5	6	11	82	12j	---	---
44	m	40	27.03.79	----	r	422	526	10304	5284	4.0	8	8	93	11	---	---
45	m	52	02.03.79	----	r	382	510	8788	4575	3.5	7	9	91	11	---	---
46	m	40	30.03.79	----	r	313	381	8349	2942	5.0	8	14	80	13j	---	3k
47	f	66	26.04.79	----	l	128	268	6441	1580	7.0	--	--	25	13j	21c	---
48	m	53	20.04.79	----	l	321	443	10904	2767	3.5	6	9	86	11	---	---
49	m	36	27.04.79	--.74	l	530	570	11695	3949	5.0	9	13	83	12cd	---	3k
50	m	16	07.05.79	----	l	512	629	7618	3097	5.5	11	15	76	11	---	---

Nr.	sex	Alter	Dat.Unt.	Nephr.	L/R	Gk-Cl.	Pl-Cl.	Vert.	Vol.	Iap.A	t(max)	T70%	T50%	Abfl	A	B	X
51	f	69	19.06.79	----	r	138	248	4892	3134	3.0	6	12	78	13b	21b	---	
52	f	36	20.06.79	----	l	442	485	7146	2653	4.0	7	9	93	13b	---	---	
53	f	41	22.06.79	----	r	239	380	6511	2277	3.5	7	11	81	13f	---	3a	
54	m	39	26.06.79	----	r	344	407	8695	2976	5.5	8	13	89	13j	---	3jk	
55	m	53	02.06.81	--.78	r	182	377	8670	2587	6.5	15	--	43	12c	21c	---	
56	f	21	19.07.79	----	r	399	607	6712	3981	6.0	11	17	66	13f	---	---	
57	m	30	17.07.79	----	r	377	585	8319	3437	3.3	7	13	86	13j	---	---	
58	f	64	26.07.79	----	r	258	330	5714	3133	4.0	7	16	78	13j	---	3kjh	
59	f	40	26.07.79	----	r	385	544	7120	4271	3.5	6	8	90	11	---	---	
60	m	21	09.08.79	----	l	467	711	11821	4540	4.0	7	9	88	11	---	---	
61	f	71	22.08.79	----	r	129	253	9629	1471	16.0	--	--	0	13d	---	---	
62	m	12	22.08.79	----	r	293	---	-----	3233	15.5	--	--	0	13j	---	---	
63	m	40	25.09.79	--.60	r	476	713	15044	2484	3.0	8	9	88	12f	---	---	
64	m	53	19.10.79	--.70	r	265	375	7473	3267	6.5	13	17	77	12a1	---	3a	
65	m	19	29.10.79	----	r	479	757	8107	4427	5.5	12	18	68	11	---	---	
66	m	17	06.11.79	----	r	376	578	8770	3303	2.7	5	7	93	11	---	---	
67	m	29	09.11.79	--.75	l	362	491	5969	3924	2.5	6	8	89	11	---	---	
68	f	17	23.11.79	----	l	439	467	7391	3775	5.0	9	10	90	13j	---	---	
69	m	62	07.12.79	--.72	l	257	462	8041	2030	4.5	8	14	80	12c	21c	---	
70	f	56	30.11.79	----	l	060	245	5609	707	3.0	13	--	35	13j	21t	3k	
71	m	50	04.01.79	----	r	366	675	-----	3082	4.5	10	14	68	14	21c	---	
72	f	66	12.01.79	----	r	061	296	-----	1257	17.0	--	--	0	13j	21d	---	
73	m	75	26.01.79	----	r	296	434	8442	2336	4.0	8	14	77	13d	---	---	
74	m	67	15.09.78	----	l	---	538	13154	1674	4.5	--	--	---	13c	---	---	
75	f	55	22.10.82	11.79	l	195	334	5663	1684	6.5	--	--	41	12f	21fr	---	
76	f	75	03.03.80	?	l	176	345	5775	1323	5.5	12	--	55	12j	---	---	
77	f	47	12.03.80	--.69	r	140	311	5162	2920	3.0	7	9	76	12c		---	
78	f	48	14.03.80	10.68	l	278	474	8236	3990	4.5	8	10	80	12c	---	---	
79	f	69	24.03.80	--.44	l	293	402	6877	2923	5.0	15	18	68	12c	---	---	
80	m	65	27.03.80	--.66	r	173	330	7096	3234	3.5	7	14	75	12d	---	---	
81	m	65	11.06.80	--.70	l	234	278	5737	2597	4.0	9	14	84	12a1	---	---	
82	m	72	24.06.80	02.80	r	179	240	8091	1855	6.5	12	--	69	12a1	---	3k	
83	m	22	26.06.80	--.77	r	269	461	10098	6383	3.0	5	8	88	12c	---	3d	
84	f	68	19.06.80	02.74	r	211	422	6744	2829	5.5	11	17	52	12d	21d	3ak	
85	f	32	25.02.80	--.69	l	136	473	6577	2690	20.0	--	--	0	12j	21d	---	
86	m	68	03.07.80	--.72	l	404	449	8045	2869	5.0	10	14	87	12f	---	---	
87	m	64	05.02.80	--.76	r	234	412	6814	1559	7.0	17	--	48	12h	21k	---	
88	f	59	14.08.80	----	l	---	534	7179	2900	5.0	--	--	---	11	---	---	
89	f	38	08.02.80	----	r	230	458	5623	3161	3.0	6	8	86	11	---	---	
90	m	41	08.02.80	--.78	r	404	568	10725	3327	6.5	18	--	52	12b	---	---	
91	m	63	12.02.80	----	r	053	225	9872	1708	13.5	--	--	0	13j	21dr	---	
92	m	41	13.02.80	----	r	360	539	8639	3696	6.0	17	--	49	11	---	---	
93	m	42	15.02.80	----	l	134	270	5492	1031	16.5	--	--	0	13e	21e	---	
94	m	55	19.02.80	----	r	363	783	9473	4863	3.5	6	8	84	11	---	---	
95	f	70	21.03.80	----	r	174	324	5939	1775	12.0	--	--	3	13j	21r	3k	
96	m	42	09.06.80	----	r	338	483	6497	3967	3.5	7	11	82	11	---	---	
97	f	77	02.05.80	----	l	124	217	5344	1036	14.0	--	--	1	13j	21t	3k	
98	m	77	23.06.80	----	r	163	356	5397	2695	4.0	8	13	77	13j	---	3ak	
99	f	54	07.07.80	----	l	224	359	6747	2667	3.0	7	10	86	13j	---	---	
100	f	65	10.07.80	----	r	119	355	8695	1244	4.0	17	--	47	13a1	---	---	

Nr.	sex	Alter	Dat.Unt.	Nephr.	L/R	Gk-Cl.	Pl-Cl.	Vert.Vol.Imp.A	t(max)	T70%	150%	Abfl	A	B	X
101	m	47	07.07.80	----	r	504	658	9030	5842	4.5	7	9	90	11	---	3g
102	f	69	24.07.80	10.74	l	---	441	8262	----	----	--	--	---	12j	---	---
103	f	38	30.07.80	--.64	r	232	350	5503	2909	3.0	8	16	75	12d	---	---
104	m	75	30.08780	----	l	165	349	7672	1983	4.0	8	15	68	13j	---	3k
105	f	59	01.08.80	----	r	277	441	8652	2404	4.5	13	--	65	13j	---	3k
106	m	73	08.08.80	----	l	321	321	10879	2592	9.0	--	--	65	11	---	3l
107	m	50	12.08.80	----	l	223	449	6556	2367	3.0	5	9	82	11	---	---
108	m	9	13.08.80	--.79	l	159	---	-----	2250	3.0	5	7	89	12l	21p	---
109	m	53	18.08.80	--.59	l	167	332	5578	2937	3.0	8	15	71	12f	---	---
110	f	58	24.07.78	----	r	---	492	9343	2196	5.0	--	--	---	13j	21d	3jk
111	m	28	04.09.80	--.73	l	208	451	8865	1977	3.0	6	9	71	12h	21e	---
112	m	66	11.02.80	10.75	l	089	245	7539	948	6.5	--	--	17	12al	---	---
113	f	41	08.09.80	----	r	266	458	6611	3303	4.0	11	16	68	11	---	---
114	f	41	20.05.80	----	r	312	530	8059	2317	6.5	8	9	73	13j	---	---
115	f	78	22.10.82	----	r	157	344	8574	1778	3.5	8	16	73	13c	---	---
116	m	54	18.09.80	--.57	r	249	357	7662	3515	5.0	9	10	84	12f	---	---
117	f	43	23.10.80	--.62	r	231	534	7555	4339	3.0	6	8	82	12b	---	---
118	m	25	23.10.80	--.77	l	353	473	8809	3296	4.0	8	10	89	12be	---	---
119	f	68	23.10.80	--.75	l	377	549	7203	3328	3.0	7	9	88	12cd	---	---
120	f	67	28.10.80	--.71	r	143	221	4947	1163	5.5	13	--	69	12f	21e	3a
121	m	55	11.11.80	--.73	r	273	446	7035	2892	3.0	6	8	86	12f	21f	---
122	m	41	23.10.78	----	l	160	381	6050	3280	3.0	5	7	85	13j	---	---
123	f	52	05.12.80	----	l	136	331	5330	2631	3.0	6	9	77	13d	21dp	3k
124	m	24	08.12.80	----	r	082	208	4429	1146	9.5	--	--	0	13j	21r	---
125	f	65	18.11.80	----	l	173	274	7779	963	15.5	--	--	25	13j	21r	3k
126	m	61	23.10.78	----	r	---	709	12515	2681	4.0	--	--	---	13bd	---	---
127	f	43	12.12.80	08.80	l	245	325	6077	2314	3.5	9	12	82	12al	---	---
128	f	20	03.10.78	----	r	---	739	17649	3202	5.0	--	--	---	13be	---	---
129	m	72	30.12.80	----	l	148	---	-----	366	17.5	--	--	68	13g	---	---
130	m	52	17.09.80	----	r	514	729	12247	2581	5.5	10	15	80	13al	---	3j
131	f	31	03.06.80	10.78	l	071	132	5917	433	4.0	--	--	62	12b	21j	3a
132	m	68	18.04.80	11.78	l	252	320	10170	1915	3.0	8	16	82	12al	---	3j
133	m	55	30.11.78	06.73	r	586	786	-----	1012	3.8	8	11	94	12al	---	---
134	m	39	13.01.81	----	r	582	626	10930	4824	4.0	8	17	81	11	---	---
135	f	57	29.01.81	--.54	l	266	385	5476	2260	3.5	9	14	81	12d	21c	---
136	m	55	02.02.81	--.80	l	346	533	9408	2537	5.5	9	18	76	12ce	---	---
137	f	48	04.02.81	----	r	151	421	6686	2442	9.0	9	--	0	13l	21g	---
138	m	75	20.02.81	----	l	244	359	5851	2085	3.0	6	9	88	13b	---	---
139	f	72	09.08.82	----	r	208	318	6276	2442	4.5	10	16	81	13j	21cdn	---
140	m	58	17.02.81	--.38	r	522	587	9942	4125	4.0	7	8	95	12j	21c	---
141	f	38	23.02.81	----	l	107	331	4736	2706	3.5	12	--	39	13d	---	---
142	m	42	04.03.81	----	l	630	758	9602	2739	3.0	6	8	92	11	---	---
143	f	37	05.03.81	--.75	l	373	492	7523	2854	2.5	5	8	93	12j	---	---
144	f	32	09.06.80	--.78	r	188	209	8099	1452	5.0	14	--	68	12b	21p	3a
145	m	32	17.03.81	----	l	296	415	5848	3327	3.0	6	8	92	11	21g	3a
146	m	63	20.03.81	10.78	r	250	390	6468	3207	5.0	9	16	72	12f	---	---
147	f	30	17.03.81	--.72	l	087	166	6448	653	4.0	--	--	40	12be	---	---
148	f	52	01.04.81	--.66	l	263	334	5059	1579	3.5	11	17	89	12f	---	3m
149	m	15	07.04.81	----	r	198	352	5686	2504	4.0	17	20	50	13h	---	---
150	m	53	09.04.81	06.80	l	271	362	8087	1822	3.0	7	15	88	12a2	---	---

Nr.	sex	Alter	Dat.Unt.	Nephr.	L/R	Gk-Cl.	Pl-Cl.	Vert.Vol.	Imp.A	t(max)	T70%	T50%	Abfl	A	B	X
151	f	41	16.04.81	--.68	r	244	329	5212	1846	7.5	17	--	61	12j	21c	---
152	m	47	23.04.81	----	l	384	435	9625	2882	3.5	8	11	89	13n	---	---
153	f	73	30.04.81	----	l	201	291	6252	743	4.5	11	20	70	13b	---	---
154	f	76	05.05.81	----	l	103	214	5564	1145	5.0	9	18	43	13ce	21ce	---
155	m	37	05.05.81	----	r	207	367	7004	1270	8.5	--	--	29	13d	---	---
156	f	49	19.05.81	----	r	155	328	5648	2531	3.0	6	9	86	13f	---	---
157	f	30	19.05.81	----	l	041	150	4712	323	3.5	16	--	37	13be	21be	---
158	m	69	25.05.81	----	l	186	299	7107	1519	3.0	9	19	83	13j	21i	3k
159	f	78	26.05.81	----	l	174	248	5975	1506	3.5	10	--	75	13j	---	---
160	f	39	01.07.82	--.80	r	285	463	7806	2648	3.0	6	9	86	12f	---	---
161	f	61	14.07.81	04.67	l	168	314	5140	1965	3.0	6	9	81	12be	---	3k
162	f	56	05.06.81	----	r	194	259	3818	2071	4.0	11	19	83	13j	21d	---
163	m	77	09.06.81	?	r	080	230	6337	1155	6.0	17	--	7	12al	21j	3ab
164	m	27	21.07.81	01.81	r	418	699	11751	3801	6.0	11	--	69	12j	---	3jk
165	m	8	22.07.81	----	r	609	---	-----	3116	3.5	7	8	91	11	---	---
166	f	71	12.06.81	12.75	l	245	297	7319	2224	5.0	10	13	80	12c	---	---
167	f	68	15.06.81	?	l	140	337	5470	2304	10.0	--	--	9	12j	---	3k
168	f	55	22.06.81	--.67	r	192	383	7118	2329	4.0	8	12	75	12d	21e	---
169	f	64	28.07.81	----	l	405	626	7706	1851	3.5	7	14	80	13j	---	---
170	f	2	03.07.81	11.80	l	276	---	-----	558	3.5	--	--	47	12a2	---	3j
171	m	73	05.08.81	--.77	l	299	376	8912	1819	3.5	10	--	85	12al	21al	---
172	m	75	16.06.82	----	r	155	317	9659	1391	5.0	14	--	45	13e	---	3k
173	m	73	03.07.81	----	l	175	274	7489	1987	4.0	8	13	80	13j	---	---
174	m	27	09.07.81	----	r	246	570	8102	3653	3.0	5	8	77	11	---	3a
175	m	67	14.08.81	07.81	r	071	377	7926	2899	4.0	15	19	17	12d	21d	3k
176	m	8	26.08.81	--.75	r	294	---	-----	745	9.5	--	--	36	12j	21i	---
177	f	43	04.08.81	--.80	l	139	460	11298	2239	20.0	--	--	0	12j	21d	3k
178	f	72	14.09.81	----	r	244	390	7651	527	2.5	14	--	69	13d	21c	---
179	f	20	21.09.81	--.78	l	433	551	7944	2801	4.5	11	--	79	12j	21p	---
180	f	62	25.09.81	?	l	228	430	7777	2432	3.5	8	11	79	12j	21e	---
181	f	62	09.03.82	----	l	155	214	6504	694	11.0	--	--	57	13l	21dpt	3k
182	m	48	30.06.81	06.81	l	441	519	8288	1921	5.0	12	17	87	12al	---	3j
183	m	43	09.09.82	?	r	171	294	7341	1561	7.0	--	--	51	12j	---	---
184	f	15	03.10.81	----	l	095	320	7834	1719	19.0	--	--	0	11	21h	---
185	f	55	02.09.81	--.65	l	129	217	5272	1023	6.5	--	--	35	12g	---	3ab
186	m	77	19.10.81	03.81	l	139	274	7309	1254	3.0	8	--	73	12al	21j	---
187	f	50	17.03.81	10.79	l	318	391	6289	3131	3.0	5	8	91	12al	---	---
188	m	62	17.09.81	----	r	105	319	7870	1472	6.0	15	--	38	13j	---	3jk
189	f	42	22.10.81	----	l	227	470	6803	3071	3.5	12	19	63	13j	21d	---
190	f	76	30.10.81	----	r	110	265	4984	1509	4.5	10	18	58	13bg	---	3a
191	f	74	16.11.81	--.64	l	124	269	4691	2108	4.0	12	17	63	12d	21d	3a
192	f	31	24.11.81	----	l	206	289	5889	1141	7.0	12	18	71	13f	21ce	3a
193	f	73	26.11.81	----	l	216	314	6045	874	17.0	19	--	55	13al	---	---
194	f	73	27.11.81	----	l	223	349	5275	2112	4.0	9	16	76	13b	---	3a
195	m	43	30.11.81	--.79	l	053	118	7209	524	18.0	--	--	0	12j	21d	---
196	m	58	04.12.81	----	r	204	233	7336	1572	5.0	14	--	73	13cd	---	3a
197	f	66	07.12.81	--.69	r	397	616	9156	1891	3.0	7	10	86	12bcn	---	---
198	m	58	11.12.81	02.80	r	102	194	6716	1543	4.5	11	--	60	12a2	---	---
199	m	16	14.12.81	--.77	l	308	475	6875	3209	3.5	7	11	84	12h	---	---
200	f	45	12.08.82	--.63	l	201	370	6930	1948	7.5	20	--	40	12j	21cd	---

Nr.	sex	Alter	Dat.Unt.	Nephr.	L/R	Gk-Cl.	Pl-Cl.	Vert.Vol.Imp.A		t(max)	T70%	T50%	Abfl	A	B	X
201	f	70	15.12.81	----	l	138	305	6084	2226	2.5	7	5	78	13j	21t	3k
202	m	39	25.06.79	----	l	069	202	7247	451	10.0	--	--	0	13j	21dt	3k
203	f	61	25.09.80	----	r	085	225	5800	2194	7.5	15	--	54	13a1	---	---
204	m	52	05.04.82	--.45	r	222	343	9027	3378	4.0	7	14	75	12d	21r	---
205	m	31	10.10.80	----	l	365	542	6165	4027	3.5	7	9	85	11	---	3k
206	f	27	10.10.80	03.77	r	151	402	6559	2609	4.0	11	15	53	12b	21e	3a
207	m	54	13.10.80	----	r	260	367	11153	2396	5.0	9	14	79	11	---	---
208	m	84	13.01.82	----	l	113	238	5857	927	3.5	15	--	53	13j	---	3k
209	f	65	18.01.82	--.80	r	123	233	5024	1410	3.5	10	19	66	12a2	---	3j
210	f	56	22.01.82	--.76	l	114	202	4869	1451	4.5	--	--	42	12a1	21a1	---
211	f	68	19.02.82	----	l	129	200	7688	864	14.5	--	--	0	13d	---	---
212	f	15	25.02.82	----	l	388	588	5688	2413	3.5	6	7	91	11	---	---
213	m	35	05.03.82	----	l	441	614	6631	4076	3.5	6	8	91	13b	---	---
214	m	67	08.03.82	----	l	221	358	7009	2043	3.5	6	9	85	13a1	21d	---
215	f	16	17.03.82	01.81	r	333	415	5496	2141	3.5	7	10	92	12a2	---	---
216	f	64	26.03.82	----	l	315	392	10465	2699	5.5	9	13	74	13b	---	---
217	f	70	29.03.82	----	r	121	242	8954	1104	6.0	--	--	16	13b	---	3be
218	f	58	20.04.82	----	l	171	381	6767	1446	20.0	--	--	0	13j	---	3k
219	f	59	29.04.82	--.75	r	222	318	5857	1626	5.5	17	--	58	12j	---	---
220	m	25	07.05.82	----	l	294	435	8126	3168	3.5	6	9	85	11	---	---
221	f	66	04.11.82	06.80	r	193	285	6035	3070	3.5	7	13	78	12a1	---	---
222	f	9	14.05.82	?	r	319	473	5400	2248	3.5	6	9	87	12i	---	---
223	m	41	25.05.82	?	l	218	417	6331	2369	2.5	6	10	82	12j	---	3a
224	m	66	14.06.82	----	r	162	372	6906	2533	4.5	10	18	52	13j	---	3k
225	m	33	18.06.82	----	l	313	---	6138	2899	7.0	--	--	62	11	21p	3a
226	f	26	25.06.82	----	r	134	209	5247	1004	6.5	18	--	40	13j	21g	3a
227	m	52	29.06.82	----	l	309	513	8133	2923	14.0	--	--	46	13j	21c	---
228	f	47	01.07.82	--.78	r	108	159	5054	346	5.5	--	--	65	12be	21e	---
229	f	59	03.05.79	05.79	l	315	368	8443	2030	4.5	8	12	88	12a1	---	3j
230	f	23	15.07.82	----	l	399	554	5867	2586	6.0	8	13	80	11	---	---
231	m	56	16.07.82	----	r	206	316	8228	2871	3.5	7	13	83	13j	---	---
232	f	40	26.07.82	?	r	294	411	5593	2559	4.0	8	11	88	12bi	---	---
233	m	81	26.07.82	----	l	160	308	10895	1183	6.0	11	--	46	13j	---	3k
234	f	65	02.08.82	----	r	072	---	-----	472	18.5	--	--	0	13j	21rt	3k
235	m	14	04.08.82	----	r	546	794	14081	2888	4.0	8	10	87	11	---	---
236	m	64	09.08.82	----	r	242	454	10683	1326	2.5	6	18	75	13a1	---	---
237	m	75	03.05.82	----	r	163	270	8316	2071	6.0	17	--	46	13f	---	3k
238	m	76	20.08.82	----	r	171	263	7130	2140	2.5	6	11	82	13j	---	---
239	m	15	25.08.82	----	l	083	143	5088	96	19.5	--	--	0	13j	21d	---
240	m	74	01.09.81	----	l	178	296	10022	2039	3.0	9	--	71	13j	---	3k
241	f	58	07.09.82	--.74	l	289	446	7944	2823	4.0	8	13	76	12be	21e	---
242	f	69	17.09.82	----	r	243	---	-----	1811	5.0	--	--	50	13d	---	3k
243	m	75	04.10.82	----	r	194	313	11533	1270	4.5	12	--	57	13n	---	---
244	f	51	12.10.82	----	r	323	545	9370	4492	4.0	6	8	94	13j	---	---
245	f	30	20.12.82	----	r	243	410	5651	2895	2.5	6	7	88	131	---	---
246	m	14	14.10.82	----	r	322	586	6937	2273	3.0	6	9	89	11	---	---
247	m	77	27.10.82	----	r	148	527	8373	1732	8.0	19	--	0	13j	21a2	---
248	m	24	02.11.82	----	r	296	616	9147	3619	2.5	5	7	88	13j	---	---
249	m	54	05.11.82	----	l	232	298	7198	1936	7.5	16	18	64	13bg	21g	3a
250	m	53	24.11.80	12.80	l	266	331	10677	1770	3.0	6	13	86	12a1	---	---
251	m	23	17.03.78	----	r	---	538	9314	3537	4.5	--	--	---	11	21i	---

L e b e n s l a u f

Hannelore Cornelia Backe, geb. Baumeister

Geboren am 26. Februar 1940 in Königstein/Ts.
Besuch der Grundschule in Kelkheim/Ts. und ab 1951 des Helene-Lange-Gymnasiums in Frankfurt/Main-Höchst.
Nach dem Abitur 1960 zwei Semester Studium am Pädagogischen Institut Jugenheim/Bergstraße.
Anschließend vom SS 1961 bis SS 1962 einschließlich Medizinstudium an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt/Main.
Im Juni 1962 Heirat mit Egbert Backe.
Erneuter Beginn des Medizinstudiums im WS 1978 in Tübingen.
Ab SS 1984 Wechsel zur Universität Heidelberg und während dieser Zeit Ableisten des Praktischen Jahres am Kreiskrankenhaus Ludwigsburg.
Der 3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung wurde am 19. April 1985 bestanden.